

海洋開発及地球科学技術調査研究促進費

地球科学技術特定調査研究

アジアモンスーン機構に関する研究

JAPANESE EXPERIMENT ON ASIAN MONSOON (JEXAM)

LIBRARY

(平成元年～平成10年)

DEC 20 1990

(FY 1989～FY 1998)

National Marine Fisheries Service
2570 Dole Street
Honolulu, Hawaii

平成元年度 成果報告書

ANNUAL REPORT

(APRIL 1989 ～ MARCH 1990)

平成 2 年 9 月

SEPTEMBER 1990

科学技術庁研究開発局

Research and Development Bureau

Science and Technology Agency

Japan

目 次

Contents

I. 研究計画の概要

Outline of the Study Plan

- 1. 研究の趣旨 3
General Introduction
- 2. 研究の概要 3
Outline of the Study
- 3. 研究検討委員会 8
Research Steering Committee

II. 研究成果報告

Result of the Study

- 1. 大気を媒体とした海陸相互作用及び長周期変動に関する観測・解析研究
Study on Air-Sea-Land Interactions and their Long Term Variations
 - (1) 海洋に関する観測研究
Observational Study on the Indian Ocean
 - ① 表層水温に関する観測研究 22
Observation on Sub-Surface Temperature by Voluntary Ship
 - ② 海流循環に関する観測研究 27
Observation on Oceanic Current with Drifting Buoys
 - ③ 海洋データの標準化及び海洋データ交換の推進 32
Standardization of Oceanic Data and Promotion of Exchange of Oceanic Data and Information
 - (2) 大気・陸面に関する観測研究
Observational Study on Air-Sea-Land Surface Interactions
 - ① 広域エネルギー収支に関する観測研究 41
Observation on Regional Surface Heat Budget
 - ② チベット・ヒマラヤにおける水文変動に関する観測研究
Observation on Hydrology over the Tibetan Plateau and Himalayas
 - ③ 大規模雲域内における対流雲構造に関する観測研究
Observation of Structure of Convective Cloud in the Large-scale Cloud Systems

(3) 衛星データの解析研究

Analysis of Satellite data

- ① モンスーン循環広域条件及び雪氷変動状況に関する解析研究 55

Analysis on Environmental Conditions and Snow-Ice Cover
Changes Affecting to Monsoon Cycle in Asia

- ② 大規模大気・海洋変動に関する解析研究 66

Analysis of Large-Scale Atmosphere/Ocean Variations

- ③ 地球放射収支に関する解析研究

Analysis of Earth Radiation Budget in Relation to Asian
Monsoon

- (4) 地域水収支に関する解析研究 74

Analysis of Water Balance for Representative River Basins in Asia

- (5) 大気・海洋・陸面間の相互作用に関する解析研究

Analysis of Air-Sea-Land Interactions

- ① モンスーン降水系の解析 79

Analysis of Precipitation Systems in Asian Monsoon Region

- ② モンスーン循環系の総合的解析

Comprehensive Analysis of Asian Monsoon Circulation System

2. 数値モデルによる実験研究

Theoretical/Experimental Study by Numerical Simulations

- (1) 広域水収支モデルの開発に関する研究 83

Numerical Study on Regional Water Balance Model in Asia

- (2) 季節内変動とアジアモンスーンの関連に関する実験研究 88

Numerical Study concerning Relationship between the Intraseasonal
Oscillations in the Tropics and the Asian Monsoon Phenomena

- (3) 大規模モデルによる大気・海洋・陸面間の相互作用に関する実験研究

..... 91

Numerical Study on Air-Sea-Land Interactions in a Monsoon by GCM

III. 観測・解析研究ディレクトリー 95

Directory of Observation/Analysis Data Set

I. 研究計画の概要

Outline of the Study

I. 研究計画の概要

1. 研究の趣旨

アジアモンスーンは、インド洋・東南アジア周辺の海洋とチベット・ヒマラヤを始めとしたアジア大陸の地表面が、その熱的特性の相違により大気を媒体とした熱・水蒸気等の交換を通じて、それぞれ相互に影響を及ぼし合う結果、東南アジア・東アジア地域における季節的な現象として発現している。その活動の年次の変動は、東南アジア地域や、日本を始めとした周辺地域の機構の変動に大きな影響を及ぼすばかりでなく、大気大循環変動を介して世界の気候にも大きな影響を与えている。また最近、アジアモンスーンの活動の異常は西部熱帯太平洋域の大気・海洋変動を引き起こし、これが太平洋規模で発生するエル・ニーニョ／南方振動の引き金となっている可能性があるという研究報告もあり、この点からも注目する必要がある。しかしながら、これらの地域・海域は、対象域の広大さや観測環境の厳しさ等から観測体制が整備されておらず、気象・海象・陸象の基本的な要素に係るデータの収集が必ずしも十分に行なわれているとは言えない。

従って、アジアの一員であり、アジアモンスーンの直接的影響を受け、大気・海洋観測の十分なポテンシャルを有する我が国が、世界の気候を形成する複雑なシステムの一つであるアジアモンスーンの機構を解明するため長期的・総合的な研究を実施することが緊要となっている。本研究を実施することにより、我が国を含むアジア地域における早ばつや長雨といった異常気象発現の予測技術のみならず、世界的規模の気候変動を予測する技術の発展に寄与することが期待される。

本研究は、以上の様な状況を踏まえて、

- (1) 大気を媒体とした海陸相互作用及び長周期変動に関する観測的研究
- (2) 数値モデルによる実験的研究

を行なう。

2. 研究の概要

- (1) 大気を媒体とした海陸相互作用及び長周期変動に関する観測・解析的研究

1) 海洋に関する観測的研究

- ・ 東南アジア域及びインド洋を航行する公庁船、商船及び漁船により海洋表層水温の通年観測を行なう。
- ・ インド洋に漂流ブイを放流し、大規模海流循環の通年観測を行なう。
- ・ 上記で取得した海洋データの標準化、データベース化を促進する。またインド洋観測情報交換システムを構築し、取得データを交換する。

2) 大気・陸面に関する観測的研究

- 商船委託によりインド洋から東南アジア周辺に至る海域での海上気象・高層気象観測及びウインドプロファイラーにより下層大気の観測を行い、大気・海洋間のエネルギー収支を見積もる。
- チベット地域における気象状態及び陸面状態の観測を行ない、大気・陸面間のエネルギー収支を見積もる。
- 海洋・大気間の熱収支に係わる熱帯域大規模対流雲の構造をドップラーレーダー等により3次元的に観測する。

3) 衛星データの解析的研究

- 極軌道地球観測衛星資料をデータベース化し、広域的な水文変動に係る大気・海洋・陸面状態の解析を行なう。
- 日本とインドの静止気象衛星資料をデータベース化し、大規模雲域変動等の解析を行なう。
- 極軌道気象衛星資料をデータベース化し、モンスーン変動が地球放射収支に及ぼす影響を解明する。

4) 地域水収支に関する解析的研究

- 中国・日本等の代表流域の水文・気象データを収集し、水収支解析を行う。

5) 大気・海洋・陸面間の相互作用に関する解析的研究

- ①～④で取得されたデータ及び当該地域で定常的に入手できるデータを標準化し総合的に利用する方法を開発する。
- 上記のデータにもとづき、モンスーン循環系を総合的に解析する。

(2) 数値モデルによる実験的研究

1) 広域水収支モデルの開発に関する研究

- チベット、インドから東南アジアに至る地域を中心として、熱エネルギーの輸送に大きく係わる広域水収支を定量的に把握するためのモデルを開発する。

2) 季節内変動とアジアモンスーンの関連に関する実験的研究

- 熱帯における30～60日周期の季節内変動がアジアモンスーンに及ぼす機構について数値モデルを用いた実験を行なう。

3) 大規模モデルによる大気・海洋・陸面間の相互作用に関する実験的研究

- 大気・陸面状態の長周期変動に対する海洋変動の影響を解明するため、大気大循環モデルや大気・海洋結合モデルを用いた数値実験を行なう。

I. Outline of the Study Plan

1. General Introduction

Asian Monsoon is caused by the thermal contrast between the Indian Ocean and surrounding oceans, and the land surface of Asian Continent. These two land and ocean areas interact with each other through the exchange of the heat and moisture. Its consequence is observed as a seasonal phenomenon in the regions of Southeast Asia and East Asia, including Japan.

The year-to-year variation of the Asian Monsoon has a significant influence not only on the climate through the global atmospheric circulations. Furthermore, it is recently reported that the anomalous activities of the atmospheric/oceanic variations over the tropical western Pacific which, in turn, trigger the El Nino/Southern Oscillation events over the whole Pacific Ocean.

Through it is recognized that Asian Monsoon plays an important role in the global climate system, its mechanism has not yet been made clear. This is mainly attributable to the fact that the atmospheric and oceanographic data are sparse over those regions due to the technical difficulties in the observations and the insufficiencies of conventional observation network.

Japan, as a member of the Asian countries, is situated under the direct influence of the Asian monsoon and has a capability to conduct the atmospheric and oceanographic observations. Therefore, it is an important role of Japan to carry out the research projects for the study on Asian Monsoon in cooperation with the countries such as China and India.

This project is expected to make a contribution for the improvement of the long-range forecast of the global climate change as well as the forecasting technique of the unusual weather, such as drought and long spell of rain.

Based on the understandings as mentioned above, Science and Technology Agency (STA) of Japan has launched this ten-year research project since April 1989 on following items;

(1) Study on the air-sea-land interactions and their long-term variations.

(2) Experiment by the use of numerical models

2. Outline of the Study

(1) Study on Air-Sea-Land Interactions and their Long Term Variations

1) Observational Study on the Indian Ocean

- To observe sub-surface temperature throughout the year by voluntary, official, commercial and fishing ships over the Southeast Asia and the Indian Ocean.
- To observe large-scale oceanic current throughout the year by drifting buoys over the Indian Ocean.
- To standardize and construct a database of the oceanic data and promote a data exchange. To construct an information exchange system concerning to the observation in the Indian Ocean.

2) Observational Study on Air-Sea-Land Surface Interactions

- To promote a maritime meteorological observation by voluntary commercial ships and estimate an energy budget of the atmosphere-ocean interaction.
- To observe weather and land surface conditions over the Tibetan area and estimate an energy budget of the atmosphere-land interaction.
- To observe three-dimensional structures of the tropical convective clouds related to the heat budget of the atmosphere-ocean interaction by wind profiler and Doppler radar.

3) Analysis of Satellite Data

- To construct a database of the polar orbiting earth observation satellites and make an analysis of the atmosphere-ocean-land situations related to the large scale hydrological variations.
- To construct a database of the Japanese and Indian satellites and make an analysis of the large-scale cloudiness changes.
- To construct a database of Earth radiation budget through the polar orbiting meteorological satellites and make an analysis of an effect of the monsoon variation.

- 4) Analysis of Water Balance for Representative River Basins in Asia
 - To collect daily hydro-meteorological data over the Yangtze River basin and make an analysis of the long-term variations.
- 5) Analysis of Air-Sea-Land Interactions
 - To standardize the data obtained by the experimental and routine observations and develop their general utilization.
 - To make a comprehensive analysis of the monsoon circulation by the use of the standardized data.
- (2) Theoretical/Experimental Study by Numerical Simulations
 - 1) Numerical Study on Regional Water Balance Model in Asia
 - To develop numerical models for the investigation of the large-scale hydrological budget over the Tibet, India and Southeast Asia related to the heat transport.
 - 2) Numerical Study concerning Relationship between the Intraseasonal Oscillations in the Tropics and the Asian Monsoon Phenomena
 - To perform numerical experiments of the effect of intraseasonal 30-60 day variation on Asian monsoon.
 - 3) Numerical Study on Air-Sea-Land Interactions in a Monsoon by GCM
 - To perform numerical experiments by the atmosphere-ocean coupled model for the investigation of the effects of oceanic conditions on the long-term variation of the atmosphere-land condition.

3. 研究検討委員会
Research Steering Committee

委員名 (Membership)	所 属
委員長 浅井 富雄 Chairman: Prof. Tomio Asai	東京大学海洋研究所長 Ocean Research Institute, University of Tokyo
委員 上北 征男 Member : Mr. Masao Uekita	水産庁研究部研究課研究管理官 Research Division, Research Department Fisheries Agency
植原 茂次 Dr. Shigetsugu Uehara	科学技術庁防災科学技術研究所先端解析技術研究 部長 National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, Science and Technology Agency of Japan
蔵重 清 Mr. Kiyoshi Kurashige	気象庁気象研究所台風研究部長 Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency
小林 俊一 Prof. Toshikazu Kobayashi	新潟大学積雪地域災害研究センター教授 Research Institute for Hazards in Snowy Areas Niigata University
佐伯 理郎 Mr. Tosirou Saeki	気象庁海洋気象部海洋課予報官 Oceanographical Division, Marine Department, Japan Meteorological Agency
住 明正 Prof. Akimasa Sumi	東京大学理学部助教授 Geophysical Institute, Faculty of Science University of Tokyo
竹内 謙介 Prof. Kensuke Takeuchi	北海道大学理学部助教授 Faculty of Science University of Hokkaido
中村 健治 Dr. Kenji Nakamura	郵政省通信総合研究所電波応用部 Communication Research Laboratory, Ministry of Posts and Telecommunications
片山 正一郎 Mr. Syoichiro Katayama	科学技術庁研究開発局地球科学技術推進室長 Office of Earth Science and Technology, Science and Technology Agency of Japan
新田 勲 Dr. Tsuyoshi Nitta	気象庁気象大学校教授 Meteorological Collage, Japan Meteorological Agency
野口 岩男 Mr. Iwao Noguchi	海上保安庁水路部海洋調査課長 Ocean Surveys Division, Hydrographic Department, Maritime Safety Agency
水野 恵介 Dr. Keisuke Mizuno	水産庁遠洋水産研究所室長 Far Seas Fisheries Research Laboratory, Fisheries Agency
安成 哲三 Prof. Tetsuzo Yasunari	筑波大学地球科学系講師 Institute of Geosciences University of Tsukuba
山形 俊男 Prof. Toshio Yamagata	九州大学理学部助教授 Faculty of Science University of Kyusyu
山田 修 Mr. Osamu Yamada	海上保安庁水路部海洋情報課長 Japan Oceanographic Data Center, Hydrographic Department, Maritime Safety Agency

Ⅱ．研究成果報告

R e s u l t o f t h e S t u d y

I. 大気を媒介にした海陸相互作用及び長期変動に関する観測・解析研究
Study on Air-Sea-Land Interactions and their Long Term Variation

1. 海洋に関する観測研究

Observation in the Indian Ocean

(1) 表層水温に関する観測研究

Observation on Sub-Surface Temperature by Voluntary Ships

水産庁 遠洋水産研究所

水野恵介・行縄茂理

National Research Institute of Far Seas Fisheries
Fisheries Agency

Keisuke Mizuno and Mori Yukinawa

(ABSTRACT)

Observation on sub-surface temperature in the Indian Ocean has been conducted over the past 20 years by fisheries research vessels (fisheries experimental stations and fisheries high schools of several prefectural governments) under the supervision of fisheries agency. Based upon the data, with additional data sources, a data base of sub-surface temperature for the period 1967 through 1986 covering the area $40^{\circ}\text{S} - 20^{\circ}\text{N}$ and $50^{\circ}\text{E} - 130^{\circ}\text{E}$ has been constructed. The data base included approximately 60,000 individual depth/temperature data. On the otherhand, in order to extend the observation area in the Indian Ocean, XBT observations crossing the equator in the eastern Indian Ocean were conducted and revealed a clear seasonal change of the equatorial current system. And voluntary commercial fishing vessels installed by compact BT started observation on sub-surface temperature.

1. 研究目的

太平洋で発現するエル・ニーニョやラ・ニーニャ現象は、アジアモンスーンがその引き金の役割を果している可能性が強いことが指摘されている。アジアモンスーンは、大気を媒介にした海陸相互作用であり、インド洋及び東南アジア海域の表層水温分布や海流系の季節変動の駆動源となっており、この海域は南西、北東季節風季で海流系が大洋規模で一変するという他の大洋にない特徴をもっている。このような強い季節を持つインド洋における観測は他の大洋に比べ著しく少ない現状にあり、アジアモンスーンとの関係やその影響を量的に評価するために必要な海洋変動の把握はほとんどできていない。よって、まずインド洋及び東南アジア海域での広域に亘る表層の水温・塩分構造を継続的に観測して、その変化を把え、長期変動機構を解明することが本研究の目的である。

現在、インド洋における我が国の恒常的な観測網としては、水産関係の地方公庁船（水産高校実習船）のまぐろ類資源調査時に実施される海洋観測（主に表層の水温・塩分、流速、気象など）が唯一のものである。この調査は、過去20年にわたり継続され、他に類の無い資料となっているが、データベース化されず十分解析がなされていない。よって、この資料をデータベース化し、表層水温構造の季節～経年変動を明らかにする。さらにこの観測網を充実・強化するとともに、新たにインド洋全域に亘って稼働している日本のまぐろはえなわ漁船やその他の水産関係機関にも委託観測を実施してこの海域の組織的な海洋観測網を強化・拡充する。

2. 研究方法

(1) 既往資料の解析

水産関係機関の地方公庁船（各県水産高校・水産試験場）によるインド洋の海洋観測は、水産庁の指導の下まぐろ資源調査の一環として1965年より実施され、現在まで継続されている。この調査で収集されている海洋観測資料（BT等による水温観測、各層観測等による水温・塩分観測、および気象観測）はまだ十分に整理されていない現状にある。これを活用するためのデータベースの構築と解析システムの作成が緊急を要するところである。よって、今年度は、この観測資料を中心に他機関から入手できた資料も含めて水深／水温資料および気象資料のデータベース化を行った。1967年～1986年までのインド洋を中心とした海域（50～130°E；40°S～20°N）を対象として、データベースの統一的な書式を定め、磁気媒体となっていないものについては計算機に入力した。水深／水温資料は各観測点毎に1レコード（固定長）とし、MBT、DBT、STD、各層観測の資料を所定深度（0, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 800, 1000m）に内挿した。これには表面流速（はえなわの漂位より）や気象資料も含まれている。

(2) 観測網の展開

既述したように水産関係機関はインド洋の表層観測水温観測を長年に亘って実施してきたが、近年インド洋海域へ出漁するこれら船舶は減少する傾向にある。また、これから得られる資料はインド洋東部の比較的狭い範囲に限定（図1）されている。この観測網をより広範囲の海域に拡充するために、地方公庁船等にXBT観測を依頼した。これは、赤道海流系をとらえるように赤道を横断するように観測を行なった。本年度においては開洋丸（水産庁）と船川丸（秋田県立船川水産高校）の2隻の官公庁船によって、図2に示すようにスマトラ東北端からマダガスカル島東側にかけて、インド洋の中央部を横切る線と90°E線に沿った線の2つの赤道横断南北連続観測を実施した。これらの観測線上において、5°N～5°Sの間は緯度で30海里間隔、5°S以南は60海里間隔を原則として観測点を設定して観測を行なった。一方、インド洋を最も広域に行動しているのはまぐろはえなわ漁船である。これらの漁船に観測を依頼し、資料収集をはかることは、広域を効果的に押えることには

最も有効であると考えられる。よって、まぐろはえなわ漁船用に“JAPACS”で開発した表—中層水温測定装置(MBT-600EX; 科学技術庁“JAPACS”昭和62年度報告書参照)を使用し、これを漁船に搭載して観測を依頼した。本装置はセンサー内部に1 m毎の水温データを記憶する小型のBTであり、延縄用ラインホーラーでセンサーを降下・巻上げができ、船上読み出し部では各測点毎に水深／水温データはもとより船位・日付も自動的にメモリーカードに記録する方式である。その操作性・耐久性・精度は、“JAPACS”で実証済である。

3. 研究成果

(1) 既往資料の解析

作成した水温／水深データベースの1967年から86年までの各年の観測点散布図を図1に示した。このうち各年の図で左下に示すのは観測数で、この20年間の総計は60,105点である。60年代後半から70年代半ばにかけて観測数が多く、年間3000-5000件の観測がある。図を通してベンガル湾からジャワ・スマトラ沖をへてオーストラリア北西岸にかけての海域およびフィリピン諸島東沖の資料が目立つがこれらは水産関係機関の公庁船によるものが大部分である。データ数は70年台半ばまで多く、かつ観測範囲が比較的広いが80年代に入るとデータ数そのものも少なくなり(2000件程度)、岸近くの観測はほとんど無くなり、かなり一定の範囲(ジャワ島南沖など)に集中してくる。これは200海里体制の影響を強く受けていることがわかる。

(2) 観測網の展開

① インド洋におけるXBT定線調査

1) 開洋丸(1989年6月29日～7月8日; 図3)

等温線分布から、表層混合層は 3°S 以北では0～80m、それより南に向かって浅くなり、 7°S 付近で50m程度、そして、再び南に向かって深くなっている。表面水温は $4^{\circ}30'\text{S}$ 以北では 28°C 以上であり、(赤道上では狭い範囲で 30°C 台の値の域が出現している)、それ以南は南に向かって順次低温となっている。等温線の形状から、 $5^{\circ}30'\text{N}$ を中心にして時計回り(沈降)の渦流の形成が認められる。概括的にみて $5^{\circ}\text{N} \sim 7^{\circ}\text{S}$ 間は赤道に向かって南北から等温線は斜降し、東向流を、そして、 7°S 以南は南に向かって下降し西向流域が示唆される。また、 2°S 付近の150m深を中心にしてサーモクラインスプレディングの形状を示している。

2) 船川丸(1990年1月26-28日; 図4)

表層混合層深度は 6°S 付近で最も浅くなり(狭い)水温上昇域となっており、 3°S 以北の赤道域ではほぼ80mとなっている。等温線分布を概観すると、 0° 以北は北から 0° に向かって上昇傾向を、 0° から 3°S に向かい下降傾向を示し、この間は西向流域、そして、 3°S から 7°S 間は東向流域、 7°S 以南は西向流域であることが示されている。さらに赤道付近では100m深を中心にしてレンズ状(サーモクラインスプレディング)

となっている様相がうかがわれる。

② 漁船による観測網の確立

漁船観測用に簡易型 B T (MBT-600EX) を本年度 3 台作成し、うち 1 台をインド洋で操業する漁船を選定して搭載し、現在観測中である。出港後ほぼ 1 年間にわたり操業し帰港後資料が入手可能となる。

4. 考察

(1) 既往資料の解析

本年度整備したデータベースの観測範囲はインド洋の東側に偏っているの
で、ベンガル湾以東の海域について表層構造の季節・経年的変動が解析でき
る。このデータベースには観測点での表面流速や気象も多く含まれており、
海流についての解析も可能となろう。今後はこれらの解析を進めるとともに、
既往資料の収集を進め、できるだけ広くインド洋をカバーできるようにデー
タベースを充実させる必要がある。

(2) 観測網の展開

開洋丸の 6-7 月の観測結果による 7°S 以北の東向流は南西季節風流を、そ
れ以南の西向流は南赤道海流であると推察される。また、1 月の船川丸の観
測結果による 3°S 以北の西向流は北東季節風海流を、 $3^{\circ}\text{S} \sim 7^{\circ}\text{S}$ 間の東向流
は赤道反流を、そして 7°S 以南の西向流は南赤道海流に相当するものと思わ
れる。これらの各海流出現位置は日高 (1966) や蓮沼 (1973)、Wyrтки (19
61) によって示されている海流模式図と比較すると、船川丸の赤道反流域は
若干異なるが他はこれらとよく一致している。船川丸 (北東季節風季) の赤
道反流の出現位置は Wyrтки (1961) のものとよく一致し、日高 (1966) 及び蓮沼
(1973) のものよりは北縁が南に偏している (赤道反流の南北幅が狭い)。こ
のことは Wyrтки (1961) のほうが船川丸の調査域をより詳細に示し
たものであることから、船川丸の観測時における各赤道海流系はほぼ平常状
態にあったと考えられる。したがって、2 隻の調査時には赤道海流系はそれ
ぞれの季節風季の平年的な状況にあったものと推測される。また、開洋丸の
結果による 2°S 付近および船川丸による赤道下におけるサーモクラインスプ
レディングの現象は前者は赤道ジェット流 (Wyrтки 1973) ではないかと思
われる。この現象は山中・行縄 (1977) の 64°E 線でも認められている。
後者は赤道潜流を示すものと考えられ、山中 (1977) は大略赤道潜流は北東季
節風季には存在するが南西季節風季には消滅すると述べていることと、本年
度実施した 2 隻の調査結果は良い一致を示している。本年度実施した調査結
果は狭い時空間のものであり、今後このような調査をより広い時空間に広げ
ることにより、季節変動、年変動をとらえていく必要がある。

5. 引用文献

日高孝次 (1966) : 海流. 岩波全書. 東京, 岩波書店, 291PP.

蓮沼啓一 (1973) : 世界の表層海流、海洋科学 5, (1), 14-19.

科学技術庁研究開発局(1988): 太平洋における大気・海洋変動と気候変動に関する国際共同研究(JAPACS)昭和62年度成果報告書. 196PP.

Wyrтки, K. (1961): Scientific Results of Marine Investigation of the South China sea and the Gulf of Thailand. 1959-1961., NAGA Report, 2, 195pp.

Wyrтки, K. (1973): An Equatorial Jet in the Indian Ocean. Science, 181, 262-264.

山中 一 (1972): インド洋の海洋物理. 海洋科学, 4, (6), 14-24.

山中 一, 行縄茂理(1977): IOPの北部アラビア海の浮魚調査. 昭和51年度調査船照洋丸報告書, 水産庁研究開発部. 165pp.

図の説明

Figure 1a. 1967年から1973年までの水温観測点の分布。各年の測点数は図中に表示。

Geographical distribution of annual temperature-depth observations for the period of 1967-1976. Number of annual observation is shown in each figure.

Figure 1b. 前図と同じ、ただし1977年から1986まで。

Same as the previous figure but for the period of 1977-1986.

Figure 2. 平成元年度実施された開洋丸と船川丸のXBT観測点

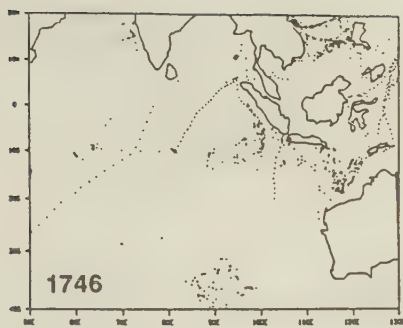
Geographical distribution of observed stations of XBT observations by Kaiyo Maru and Funakawa Maru conducted in 1989 FY.

Figure 3. 開洋丸の観測による水温鉛直断面（1989年6月29日～7月8日）。観測線は前図参照。

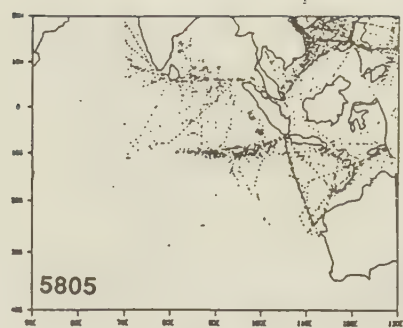
Vertical section of temperature observed by Kaiyo Maru (June 29- July 8 1989). Note that corresponding leg is shown in figure 2.

Figure 4. 船川丸の観測による水温鉛直断面（1990年1月29日～28日）。観測線は図2参照。

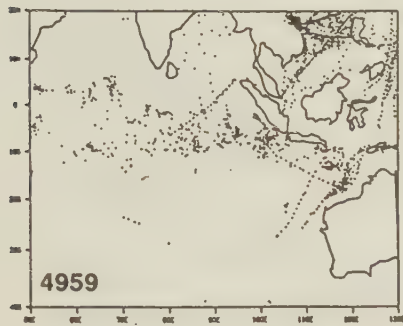
Vertical section of temperature observed by Funakawa Maru (January 26 - 28 1990). Note that corresponding leg is shown in figure 2.



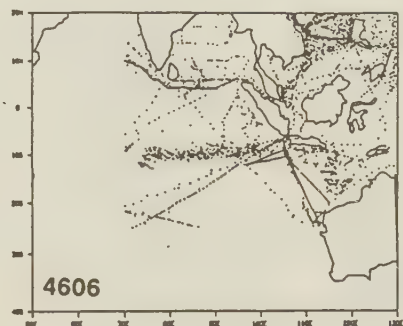
1967



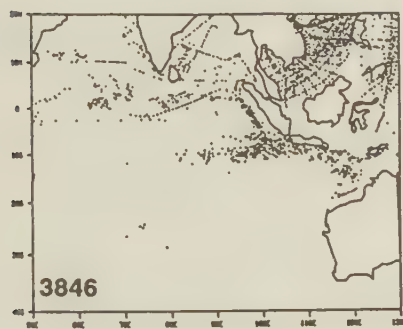
1972



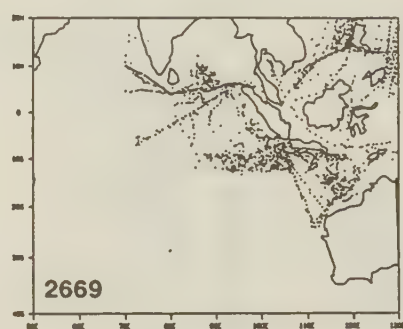
1968



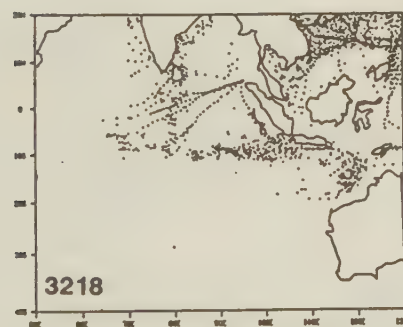
1973



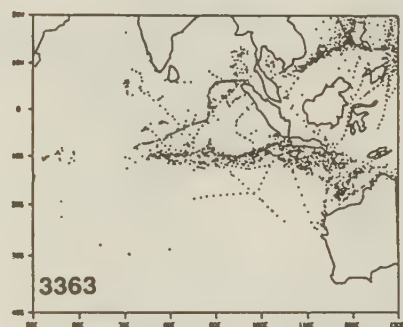
1969



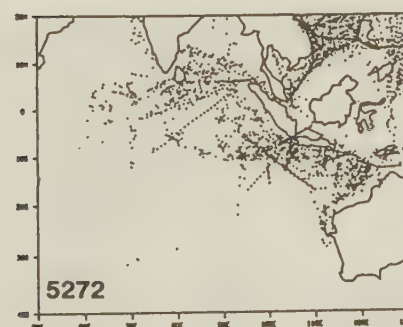
1974



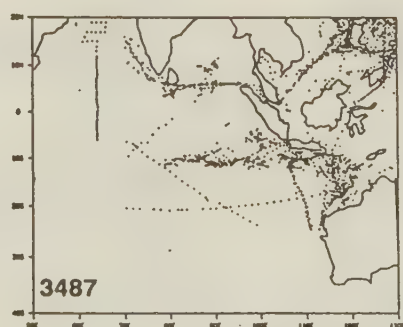
1970



1975



1971



1976

Figure 1a. 1967年から1973年までの水温観測点の分布。各年の測点数は図中表示。

Geographical distribution of annual temperature-depth observations for the period of 1967-1976. Number of annual observation is shown in each figure.

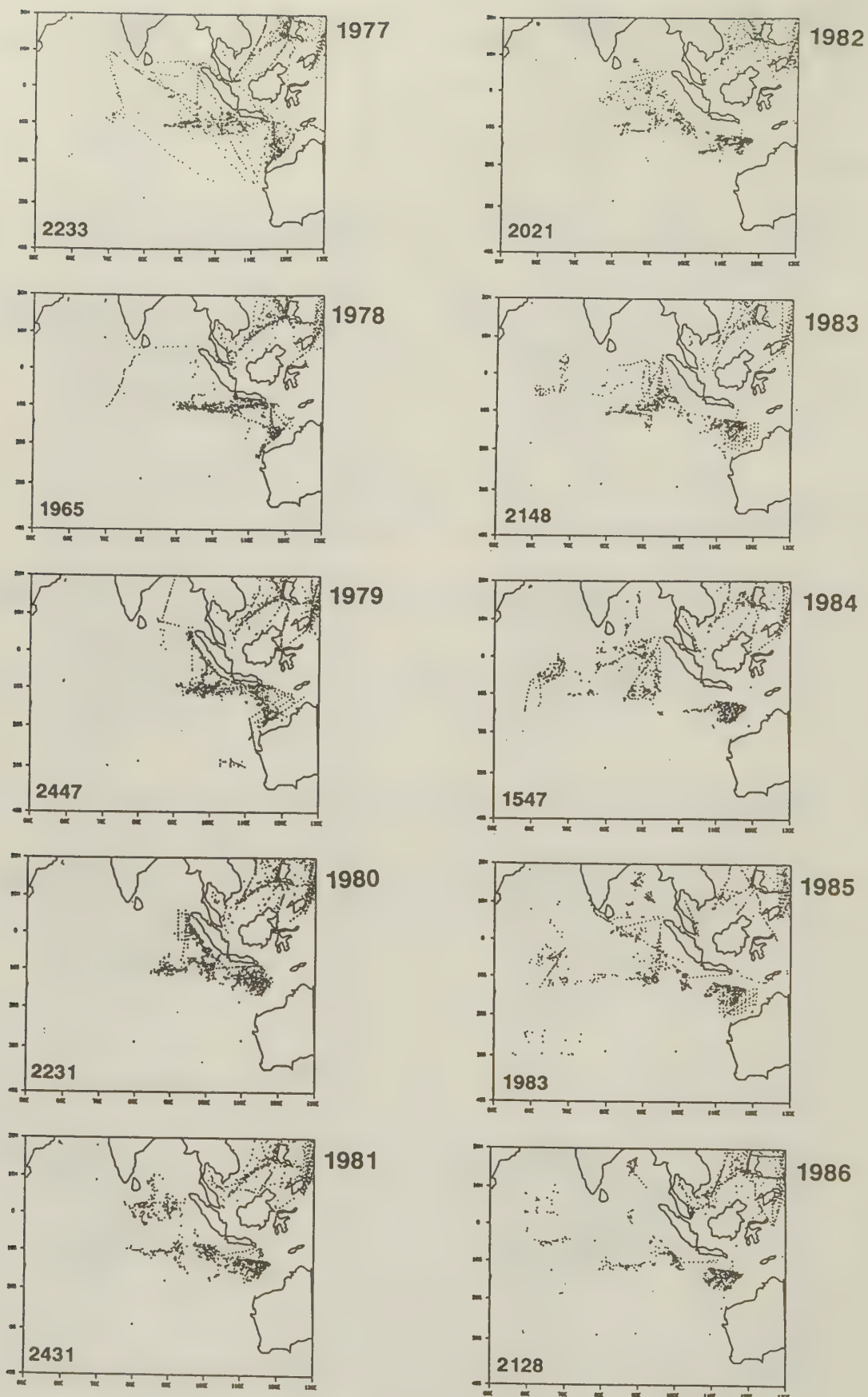


Figure 1b. 前図と同じ、ただし1977年から1986まで。

Same as the previous figure but for the period of 1977-1986.

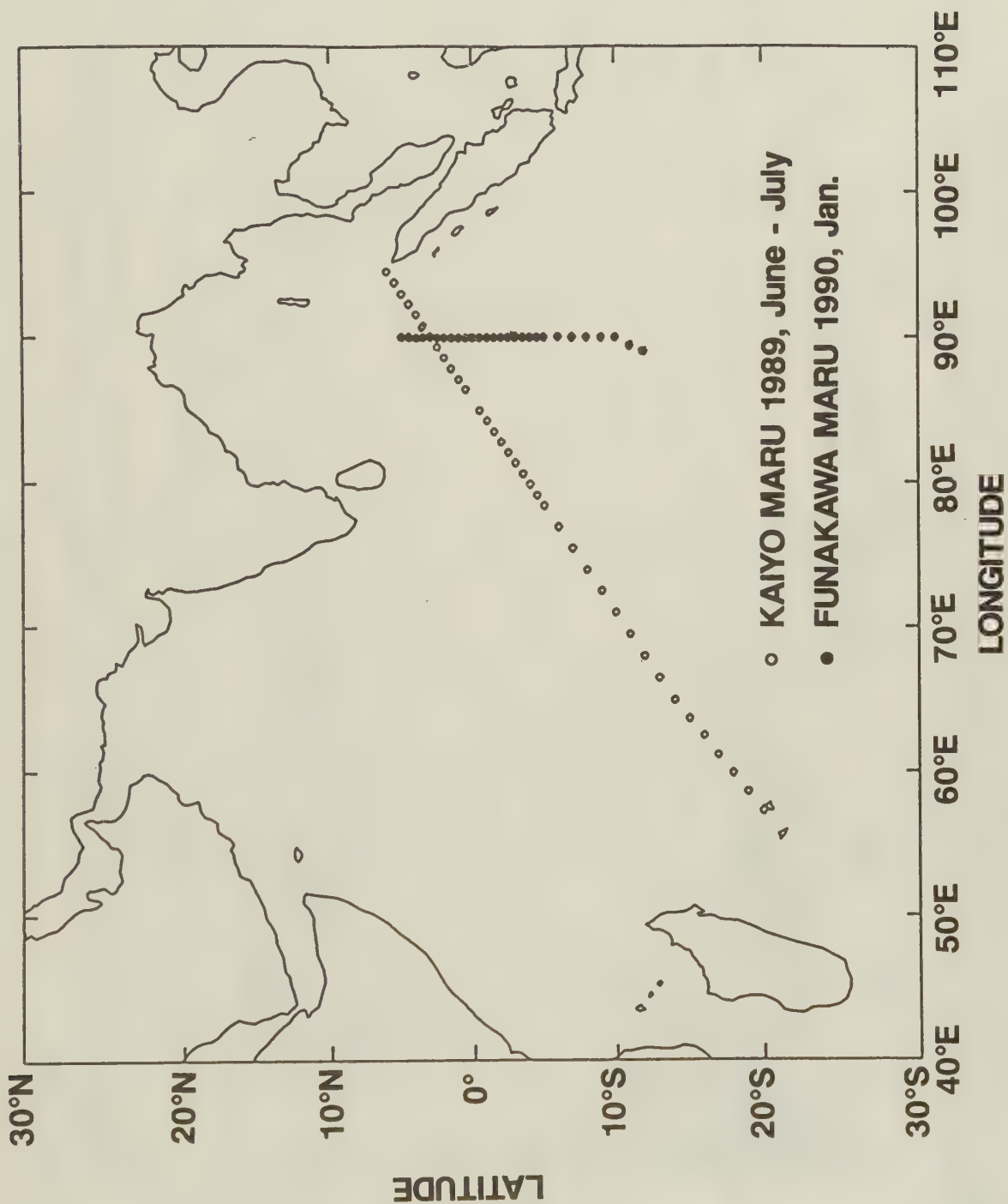


Figure 2. 平成元年度実施された開洋丸と船川丸のXBT観測点

Geographical distribution of observed stations of XBT observations by Kaiyo Maru and Funakawa Maru conducted in 1989 FY.

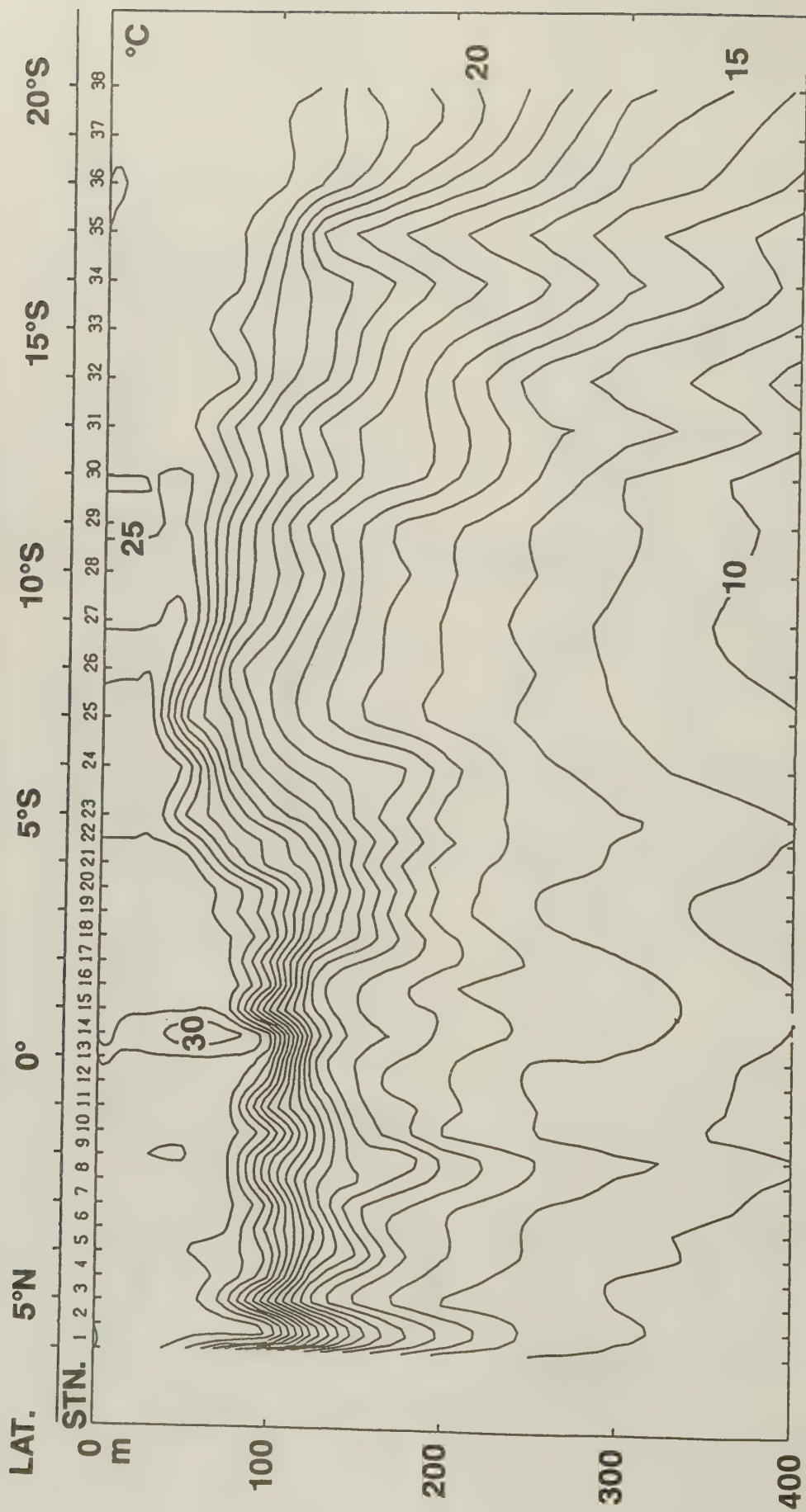


Figure 3. 開洋丸の観測による水温鉛直断面（1989年6月29日～7月8日）。観測線は前図参照。

Vertical section of temperature observed by Kaiyo Maru (June 29- July 8 1989). Note that corresponding leg is shown in figure 2.

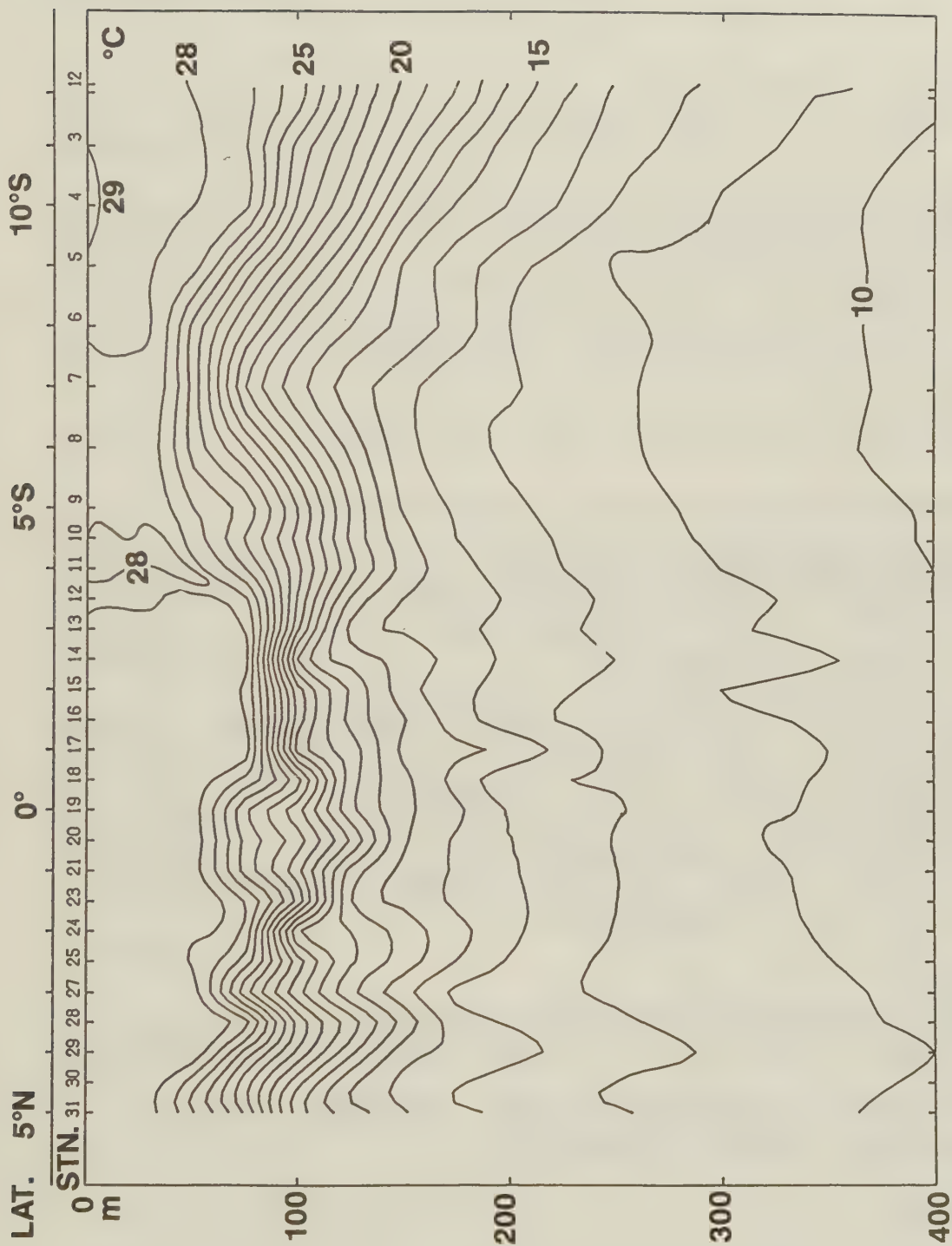


Figure 4. 船川丸の観測による水温鉛直断面（1990年1月29日～28日）．観測線は図2参照．

Vertical section of temperature observed by Funakawa Maru (January 26 - 28 1990). Note that corresponding leg is shown in figure 2.

(1) 表層水温に関する観測的研究 (商船)

Observation on Sub-Surface Temperature by Voluntary Ships (Merchant Ships)

気象庁海洋気象部

佐伯理郎*、網野正明、吉田 隆

(* 現運輸省運輸政策局)

Marine Department, Japan Meteorological Agency

M.Saiki, M.Amino, T.Yoshida

(Abstract)

Investigation of the Indian Ocean and the seas around Southeast Asia are urged, in relation with the Asian Monsoon and also the ENSO, but oceanographic observational data are sparse in these regions. Voluntary merchant ships were recruited to observe subsurface temperature with XBT. One is a tanker operating between Japan and the Persian Gulf and will start the observation in September, 1990. Another is a cargo carrier recruited cooperatively by Japan Meteorological Agency and ORSTOM, Brest. She has been observing between Malacca Strait and Cape of Good Hope since February, 1990. Analysis of the subsurface temperature in the Indian Ocean and the west Pacific Ocean shows variations closely connected with the Monsoon Cycle. Precise investigation of the data to be obtained from the voluntary merchant ships must be performed.

1. 研究目的

インド洋から東南アジア周辺にかけての海域は、アジアモンスーンの舞台であり、さらに、全世界の気象に大きな影響を及ぼすエルニーニョ現象の消長と密接な関連があると考えられており〔1、2〕、近年、その海洋構造の把握、アジアモンスーンとの関係並びにエルニーニョ現象との関係の解明が望まれている。しかしながら、インド洋から東南アジア周辺にかけての海洋観測は非常に少なく、海況の把握が充分に行われていない。

そこで、我が国とインド洋との間を往復する商船に、表層水温観測装置と、その観測結果を気象衛星を経由して通報する装置を搭載して、インド洋・東南アジア周辺海域における表層水温観測データを取得するとともに、全球気象通信網(GTS回線)を通して全世界の気象機関にこれらのデータを配信する。GTS回線を通して得られる他機関による表層水温データと併せ、これらの海域の表層海況を解析し、季節変動・年々変動の特性等を解明する。さらに、これらのデータのデータベースを構築し、大気変動との関係についても解明し、アジアモンスーン機構の研究に供する。

2. 研究方法

既存の資料・データを用いて、インド洋・西太平洋熱帯域の表層海況の平均像を明らかにする。

インド洋・東南アジア周辺海域を航行する商船に、表層水温観測・通報を委託し(1日2~4測点程度)、表層水温データの取得を図る。

3. 研究成果

(1) インド洋・西太平洋熱帯域の表層水温の平均像

Levitus(1982)により整備されたデータをもとに、インド洋・西太平洋熱帯域の表層水温の水平年分布図を作成した(図1)。

表層水温の季節変動は南北に振動しているパターンが卓越し、モンスーンの影響を明瞭

に受けている。東アフリカ沿岸～アラビア半島南岸沖では、北半球の夏の南東季節風により、沿岸湧昇が卓越している。一方、東インド洋の季節変化は小さい。

(2) 商船への委託

図2は1989年に気象庁がGTS回線を通して収集したインド洋の表層水温データの分布である。マラッカ海峡～紅海間は比較的にコンスタントにデータが得られているが、他の海域では非常に少ない。

まず、タンカー「鹿島山丸」に観測・通報を委託した。「鹿島山丸」は約50日毎に日本とペルシャ湾を往復するため、特にデータの少ない南シナ海、アジアモンスーンに直結するインド半島周辺のデータが毎月入手できる。表層水温の観測装置(XBT本体)とそのデータを静止気象衛星を経由して伝送する送信装置は整備済みであり、1990年9月末より観測を開始する予定である。

また、フランスのORSTOM海洋研究所と協力し、東南アジア～アフリカ西海岸を往復する貨物船「C.R. Pointe-Noire」にも同様の委託をした。こちらはマラッカ海峡～喜望峯を約4か月毎に往復する。フランス側が表層水温の観測装置を整備し、気象庁はXBTプローブ(投下式の水溫センサー部)を提供する。1990年2月より観測を開始しており、データは一部がGTS回線に入力され、詳細なデータを収録したフロッピーはレ・ユニオン島(マダガスカル島沖)寄港時に回収され、ORSTOM海洋研究所を経由して気象庁に送付されている。

4. 考 察

インド洋・西太平洋熱帯域の表層水温の、平均的な季節変動の概要は把握したが、季節内変動、年々変動の詳細については委託した商船のデータの収集と解析が不可欠である。本研究の他の研究項目によって得られるデータと併せ、海洋構造の把握、アジアモンスーンとの関係並びにエルニーニョ現象との関係の解明を推進する必要がある。

5. 引用文献

- 1) T.Barnett; Mon.Weather Rev., 111, 756(1983)
- 2) N.Nicholls; Mon.Weather Rev., 112, 424(1984)

6. 成果の発表

なし

7. 関係国との協力

フランスのORSTOMの海洋研究所と共同して貨物船に表層水温の観測・通報を委託した。(2.(2)参照)

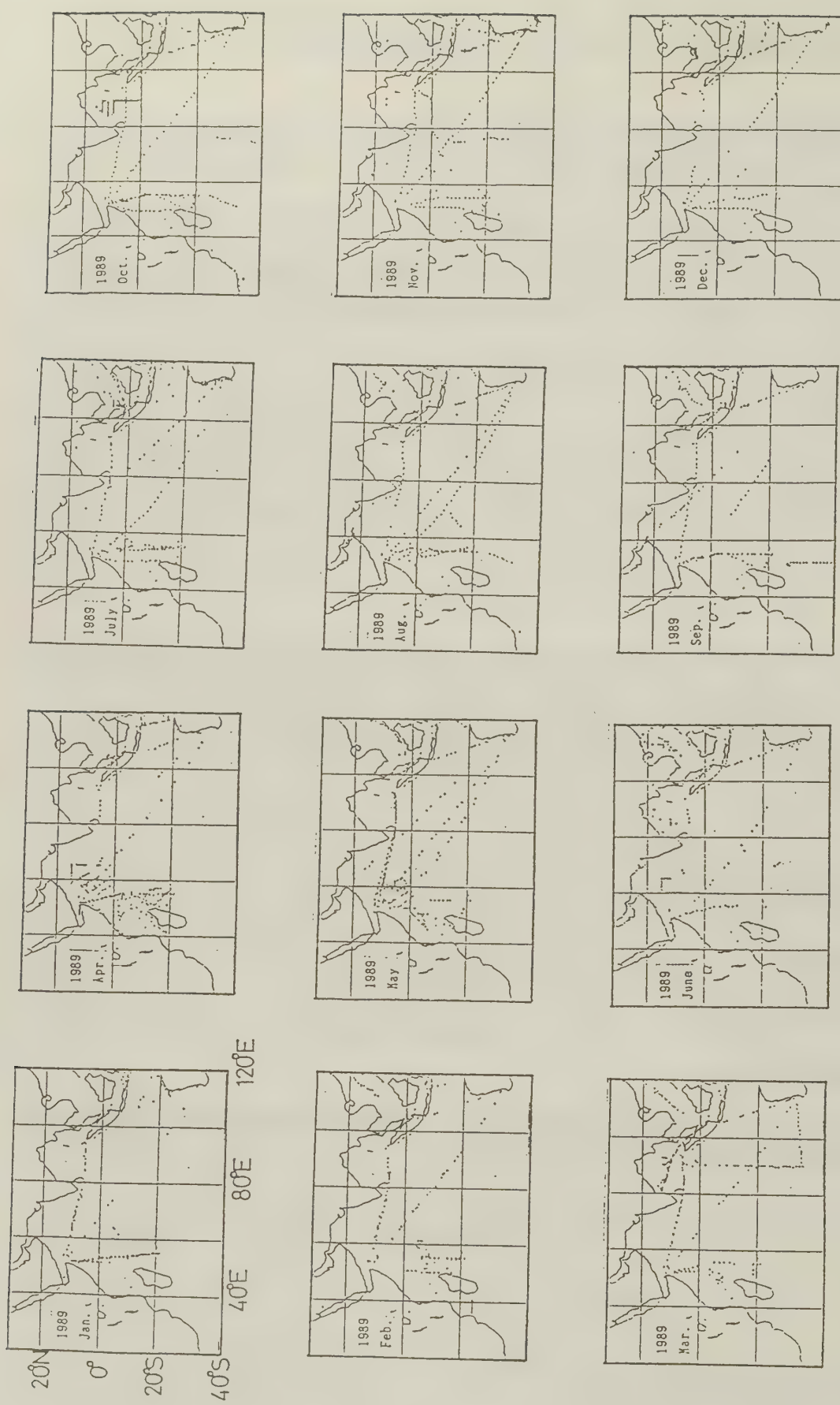


図1 GTS回線を通して収集した表層水温データの分布 (1989年)
Fig.1 Locations of subsurface temperature data collected via GTS

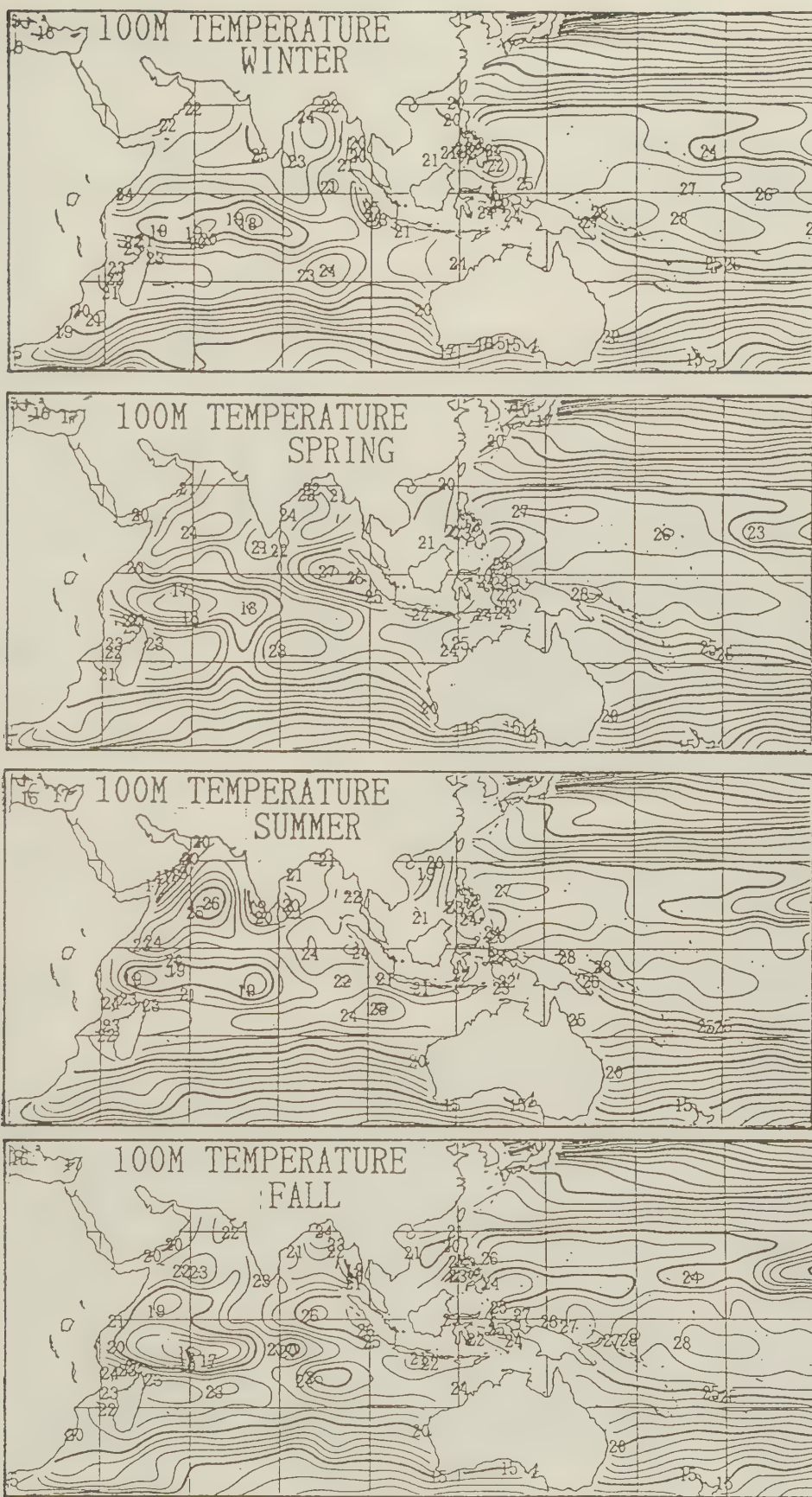


図2 インド洋・西太平洋における深さ100mの水温分布

Fig.2 100m depth temperature in the Indian Ocean and the west Pacific Ocean

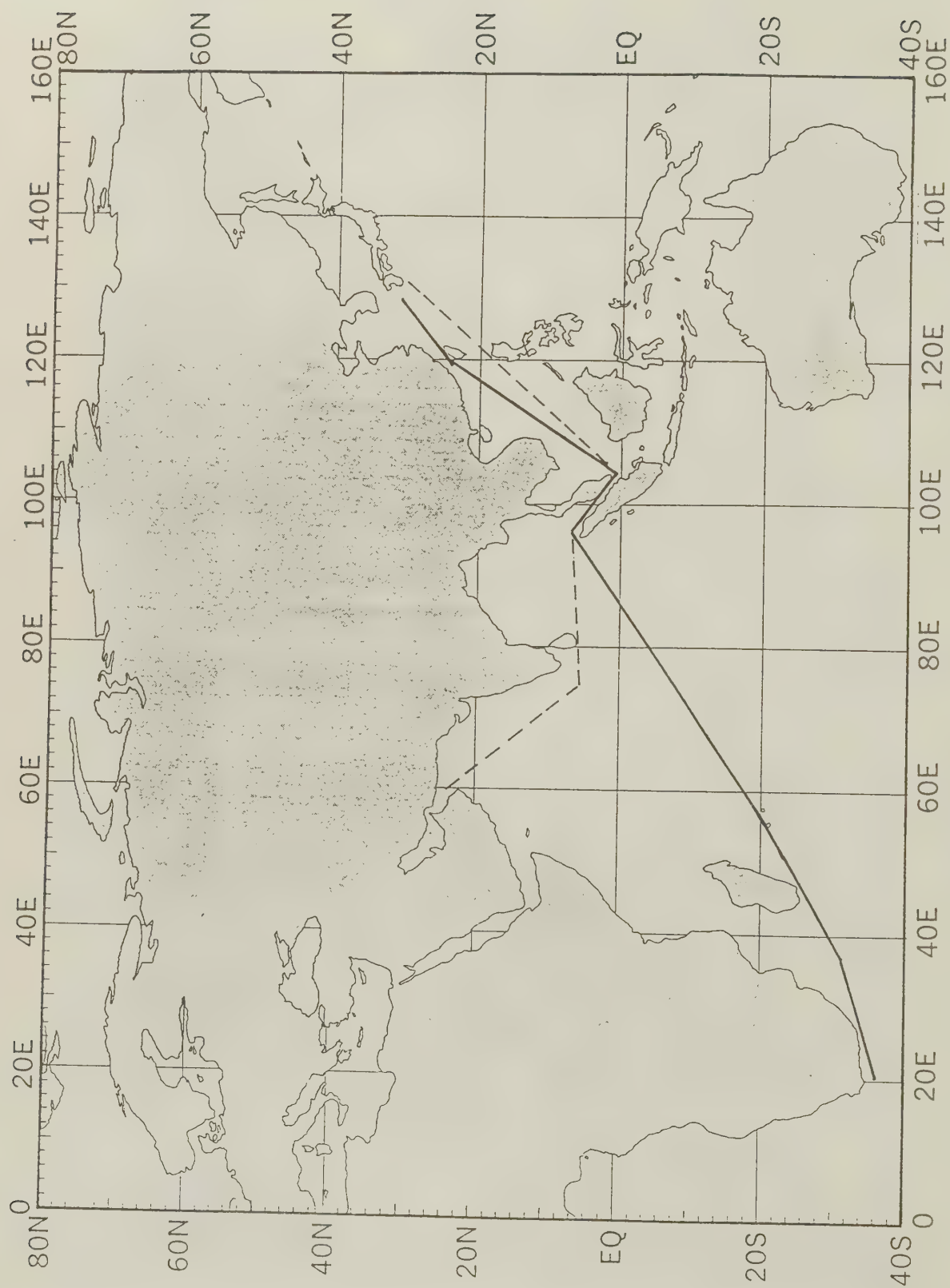


図3 委託商船の航路図

Fig.3 Cruise chart of voluntary ships

(2) 海洋循環に関する観測研究

Observation on Oceanic Current with Drifting Buoys

海上保安庁水路部

石井 春雄, 伊藤 敦史

Hydrographic Department,

Maritime Safety Agency

H. Ishii, A. Ito

(Abstract) The purpose of this study is to clarify the ocean circulation, heat transport by the oceanic current, and their temporal(interannual, annual)/spatial variation in the Indian Ocean, especially in the tropical region. For this purpose, we deployed ARGOS satellite-tracked drifting buoys in the tropical Indian Ocean, and estimated heat transport from drifting velocity and temperature measured by sensor attached to buoys. Drifting buoys were deployed at A ~E in FIG.1 early in February 1990, which drifted westward to late in March, then turned around for eastward in April, and had drifted eastward to the end of May. This turning of buoys which was due to change of wind system on Indian Ocean, shows that ocean current in tropical Indian ocean changes within very short span.

Two buoys were deployed at each point of A~E to examine divergence of current. Each pair of buoys drifted on almost same Trajectories, therefore it was shown that divergence was very small in this season, in this region at least.

These results are efficient to fill the data blank region for oceanic current, and are available to study the role of heat transport by oceanic current in the Indian Ocean on climate change.

1. 研究目的

アジアモンスーンの活動の年ごとの変動は、東南アジア地域や、日本をはじめとした周辺地域の気候変動に大きな影響を及ぼすだけでなく、大気大循環を介して世界の環境にも大きく影響する。また、アジアモンスーン活動の異常は西部太平洋熱帯域の海洋変動を引き起こし、これが太平洋規模で発生するエルニーニョの引き金となる可能性が強いという最近の報告もある。このような気候変動に密接な関連を有する海洋の観測・研究は太平洋熱帯域において、国際共同で推進されている。しかし、アジアモンスーンの変動に重大な影響を及ぼすインド洋にあっては海洋観測が充分なされておらず、海洋データの最も少ない海域である。

本研究の目的は、インド洋の特に熱帯域における、海流循環と海流が担う熱輸送量、及びその時間的(季節、経年)・空間的変動特性を把握するとともに、得られたデータを海洋構造変動が気候変動に対して果たす役割を解明するための研究に資することにある。

2. 研究方法

インド洋熱帯域において、小型漂流ブイを放流し、海流循環の実態を把握するとともに、ブイに取り付けた水温センサーのデータや、他の研究課題実行に際して取

得される表層水温データと併せ海流の担う熱輸送量を見積もる。また、ブイの漂流速度に及ぼす風圧流の効果を評価し、実際の海流の速度を高精度で求めるために、海上風や海面気圧の観測データの活用を図る。

本研究の初年度である平成元年度は、インド洋の熱帯域 ($0 \sim 6^{\circ} \text{N}$, $76 \sim 80^{\circ} \text{E}$) に、平成2年2月上旬、東京大学海洋研究所の「白鳳丸」から漂流ブイを10個投入し、現在追跡中である。

3. 研究成果

図1にインド洋で放流した漂流ブイの軌跡を示す。図中A～Eの5点で各2個ずつ放流された。2月のインド洋上は北東季節風（モンスーン）が卓越するため（図2参照）、海流も西向きになると推定して、セイロン島に近い地点もあったが投入した。ほぼ同一地点に2個ずつ放流したのは、どの程度流れが発散性を持つかを知るためである。推定したとおり、ブイは全て漂流した。また、各対のブイは殆ど同じ軌跡を描き、図1では一本の線のように見える程である。A、B、Cで投入された6個のブイと、Dで投入された1個は、短期間のうちに発信を停止した。原因は不明である。Dで投入された1個と、Eの2個は3月下旬まで西へ流れたが、4月に入ると、一転して向きを変え、5月末まで東へ流れ続けた。

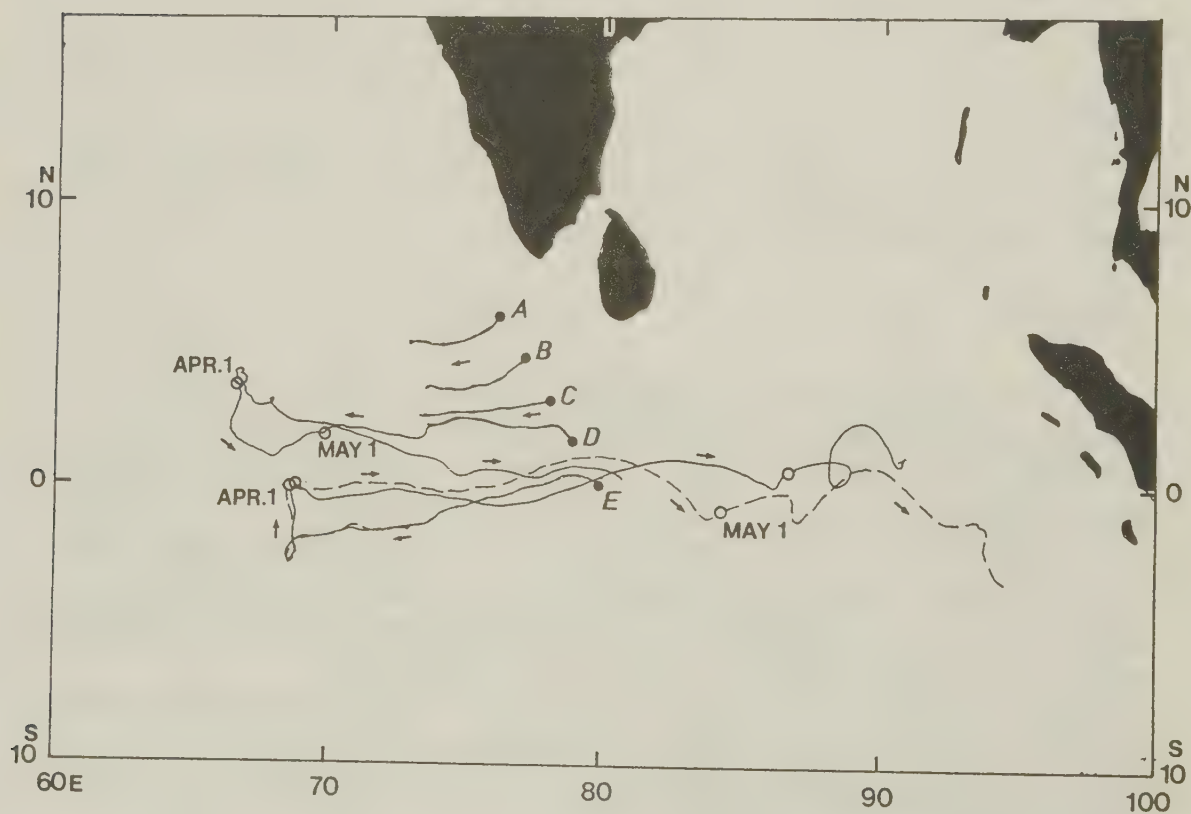


図1 インド洋で投入した漂流ブイの平成2年5月末までの軌跡。
A～Eの5点で各2個ずつ投入された。

FIG.1 Trajectories of drifting buoys in Indian Ocean to the end of May 1990. Two buoys were deployed at each points of A ~E.

図2はインド洋の2月と8月の風系を示す。インド洋の赤道付近では、2月に北東風が、8月に南東風がそれぞれ卓越する。4月から5月が、おそらく風系が変化する時期にあたり、漂流プイも方向を逆転したのであろう。いずれにせよ、インド洋赤道域の海流が極めて短期間のうちに変わってしまうことが、今回の調査で明らかとなった。

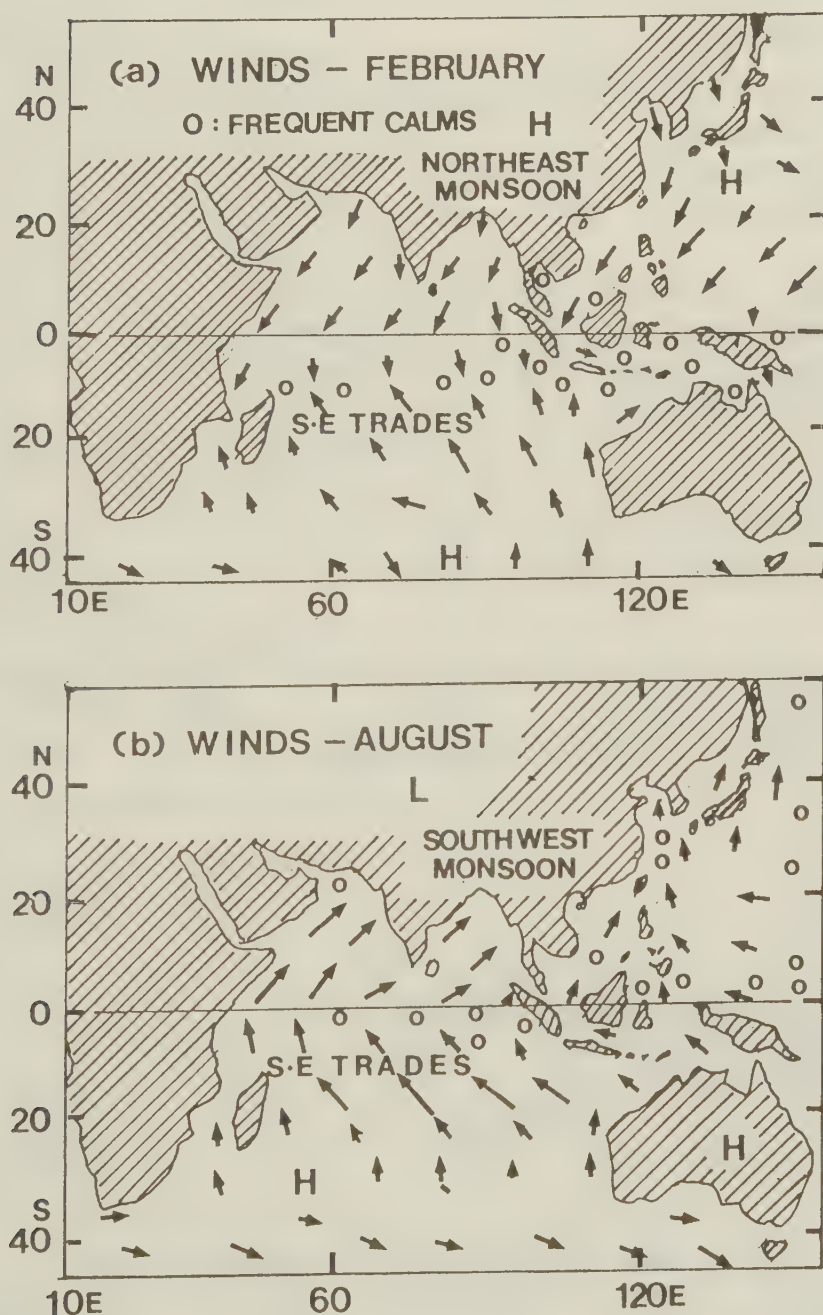


図2 インド洋の2月（上）と8月（下）の風系.

FIG.2 Wind system on Indian Ocean in February (upper) and in August (lower). (from Pickard and Emery, 1982)

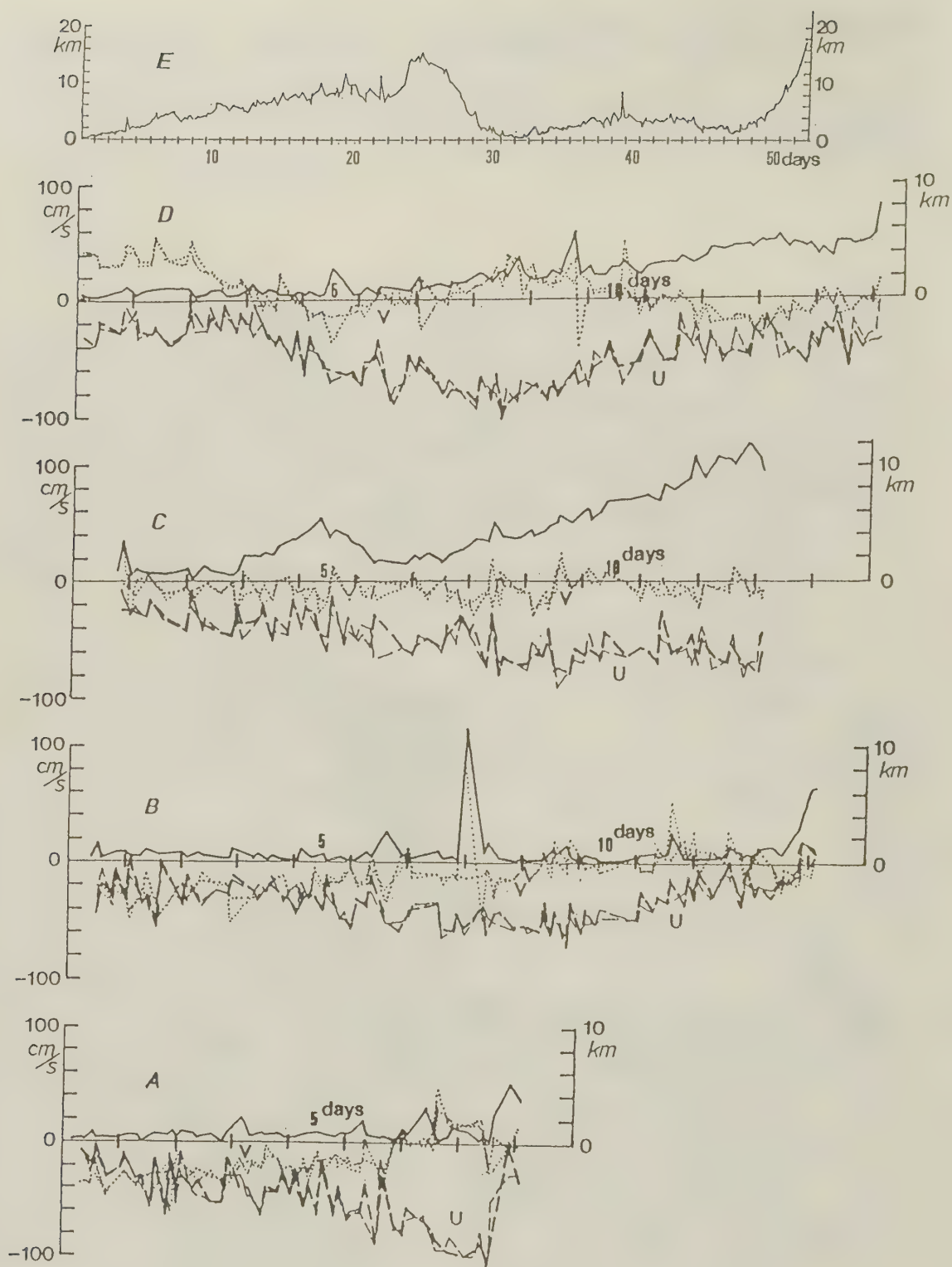


図3 第1図のA～Eで2個ずつ放流されたブイの漂流速度の東西成分（U；点線），（V；破線）と，2個のブイ間距離（実線）．Eのブイについては距離のみを示す．

FIG.3 Drifting velocity of buoys deployed at A～E, east-west components (U; dotted line), north-south components (V; dashed line), distances between the pair of buoys (solid line).

図3は、A～Eで投入された各対のブイの間の距離（km）と各ブイの漂流速度の東西成分（U）、南北成分（V）である。対のブイどうしのU、Vとも変化傾向は似ており、結果としてブイ間距離も数kmを保って漂流していったことがわかる。E点で投入された2個のブイは、投入後25日目には約14km離れるが、再び接近し、投入後50日間はほぼ同様な軌跡を描いて流れた。Eのブイについては、図3でU、Vを省略したが、A～Dと同様に、同位相で変化している。少なくとも、今回の観測時期、海域においては、流れの発散性は非常に小さいと言える。言い換えれば、漂流ブイが表現した海流の信頼性は高い。

4. 考 察

インド洋の海流循環の詳細を把握するための観測研究は緒についたばかりであるが、更に調査を継続実施することにより、従来データ空白域の多いインド洋熱帯域の海流の分布と、時空間的変動の実態が明らかになると期待される。取得されたデータは、海流図の改良に資されるとともに、海流の熱輸送量変化が地球規模の気候変動に及ぼす影響を解明するために有用となる。

今後の問題点として、漂流ブイの動きを説明するためには、漂流時期の海上風の資料を入手し、解析する必要がある。ブイが描き出した海流と、過去資料の統計的結果としての海流場とを比較検討するとともに、次年度には人工衛星搭載のマイクロ波高度計のデータの活用を図っていく。また、今回得られた成果を、今後、漂流ブイを展開する海域や時期の適切な選定に資する。

更に、太平洋熱帯域で実施している漂流ブイ調査（「太平洋における大気・海洋変動と気候変動に関する国際共同研究」——海流の広域観測研究——）の結果と比較、解析することにより、インド洋と西部太平洋の海洋構造の変化の関連性について調べる必要がある。

5. 引用文献

Pickard G. L. and W. J. Emery, (1982): Descriptive Physical Oceanography. Pergamon Press, 249pp.

6. 成果の発表

①口頭発表

発表者名	発 表 課 題 名	発 表 学 会	備 考
石井春雄 伊藤敦史 寄高博行	熱帯域における漂流ブイ調査	1990年度 日本海洋学会 秋季大会	予 定

I 大気を媒体とした海陸相互作用及び長期変動に関する観測・解析研究 Study on Air-Sea-Land Interactions and their Long Term Variations

1 海洋に関する観測研究

Observational Study on the Indian Ocean

(3) 海洋データの標準化及び海洋データ交換の推進

Standardization of Oceanic Data and Promotion of Exchange of Oceanic Data and Information

海上保安庁水路部海洋情報課

谷 伸

Shin Tani

Japan Oceanographic Data Center
Hydrographic Department
Maritime Safety Agency

(Abstract)

The purpose of this study is to furnish the program members and other national and international scientific community with the best available oceanographic data and information about the Indian Ocean. In order to realize the task, JODC conducts three tasks. One is to standardize and archive the data obtained through the "Observational Study on the Indian Ocean", one of the study items of the "Study on Air-Sea-Land Interactions and their Long Term Variations". This is to make available of every data obtained through the aforementioned observation. Another task is to collect the available historical and semi-real time data within Indian Ocean for this study. The other task is to establish an online information and data exchange system, in order to allow the real time access to the most updated information and data nationally and internationally.

(1) Standardization and archive of the program data

The archival format for this program was determined to use JODC Format. This allows to utilize the existing data and software resources without pain both the data users and JODC. Format for international data exchange, however, did need to be considered with other constraints. Since the program data is supposed to make available to the global climate programs, such as TOGA, GF-3, general format for international data exchange recommended by IOC, will be used for the international exchange purpose. JODC will work to develop and provide GF3-procs.

(2) Data Archaeology

Data volume of existing and available data was estimated through the JODC archive of

BATHY/TESAC data. As well known, data density of the Indian Ocean is smallest in number among the three Oceans. Within 8 years of 1982-1989, where we surveyed our data base, total of 18,847 casts was reported. For a 5-degree grid, average of 9.3 data is obtained a year during the period. This number is considerably small when compared to 18.7 of global average in 1987. Significant amount of data could be still kept by coastal countries and other major oceanographic institutes. Indian National Oceanographic Data Center has shown its willingness to provide its archive.

(3) Information and Data Exchange System

To speed up the information and data exchange, especially information regarding cruise plans, available data etc., development of online information and data exchange system is vital and being underway. Basic information regarding the resources for information and data communication was obtained through country reports from trainees of WESTPAC Data Management Training Course of IOC, held each year at JODC.

1. 研究目的

本研究は、「アジアモンスーン機構に関する研究」及びインド洋に関する調査研究の円滑かつ効果的な実施を図るために、当該研究に携わる研究者に対し、利用可能な最良のデータセットと調査に係る情報を提供するためのものである。この目的を達成するために「アジアモンスーン機構に関する研究」の一項目である「海洋に関する観測的研究」において取得される水温等海洋データの標準化を行うとともに、既存のインド洋における海洋データを収集し、これらの海洋データ及び関連情報を収集する。また、これらのデータの状況及び海洋調査計画等に関する情報についてデータ通信によりデータ・情報の検索及びデータ・情報の入出力が可能なデータベースを構築する。さらに各国国立海洋データセンターあるいはそれに準ずる機関とJODCとの間に国際データ通信による海洋情報・データ交換のためのデータ情報ネットワークシステムを構築することで、国内から国外まで一貫した海洋データ情報交換のためのシステムを確立し、「アジアモンスーン機構に関する研究」での海洋データの迅速・容易かつ円滑な利用、及びその他の地球環境関係の各種プロジェクトでのデータの有効利用に資するものである。

2. 研究方法

「アジアモンスーン機構に関する研究」で得られるデータを収集・交換するためのフォーマットを決定するため、各国の海洋データセンター等の海洋情報・データの収録形態・フォーマット、使用ハードウェア・オペレーティングシステム及びデータ通信について予備的な調査を行った。

また海洋データの有効利用を図るため、各国海洋データセンター等の保有データに関する調査を行うとともに、JODC保有のIGOSS（全世界海洋情報サービスシステム）のBATHY/TESAC（表層水温/海洋観測通報式）データについて、北緯30度～南緯40度、東経30～120度の範囲

内で、1982～89年の8年間の国別、月別測点数および5度メッシュ毎の測点数について調べた。

3. 研究成果

(1) データフォーマットについて

「アジアモンスーン機構に関する研究」において観測・収集された海洋データの保管用データフォーマットについては、既存データとの整合性、ソフトウェアの開発効率等の点から、既に国内標準となっているJODCフォーマットを用いることが望ましい。一方、本研究は、その成果がTOGA等国际的な地球環境関係研究に活用されることが求められていることから、国際交換用フォーマットについてはIOC標準のGF3フォーマットを採用することが望まれている。このため、データセンター、研究者それぞれのために必要なソフトウェアを開発する必要がある。これらのソフトウェアは、国際間の流通を円滑に図るためには、MS-DOS及びUNIXによることが必要である。

(2) インド国立海洋データセンターの保有海洋データについて

インド洋は三大洋の中ではデータの蓄積量が最も少なく、学術機関経由でのデータの占める割合が少ない。しかしながら、インド洋沿岸各国の中で数少ない国立海洋データセンターを運営しているインドの国立海洋データセンターでは、同センターで収集した水温塩分鉛直プロファイルをもとにデータ集が作成されている。同刊行物は沿岸付近のデータの乏しいインド洋においては貴重な資料であり、JODCへの提供を依頼しているところであるが、このデータ集は印刷物でなく、1冊ずつプロッタ出力させたもので、未だ入手するには至っていない。

(3) JODCの保有するIGOSS BATHY/ TESACデータについて

インド洋における海洋データの量を概括的に把握するため、JODCの保有するIGOSS BATHY/ TESACデータの北緯30度～南緯40度、東経30～120度の範囲において、1982～89年の8年間の、国別測点数、月別測点数及び5度メッシュ毎の測点数について調べた。この海域内における8年間の総測点数は18,847点、5度メッシュ年平均測点数では9.3点であった。1987年1年間の全球での測点数が48,402点、5度メッシュ平均点数に換算して18.7点であることから、インド洋における測点数は非常に少ないことがわかる。

表1に1982～89年における国別測点数を示す。BATHY/ TESACには、一般船舶からの通報を含む約30カ国からのデータが含まれている。各国の測点数について見ると、インド洋沿岸各国の測点数はオーストラリアを除いて非常に少ない。インド国立海洋データセンターの保有データ量とIGOSSファイルに含まれるインド船籍のデータ量の差や、大西洋におけるIODEグループの研究成果からも、BATHY/ TESACデータに含まれず、沿岸各国において眠ったままとなっているデータはかなりの量にのぼっていることが予想されるため、これらの国々の海洋調査状況、保有データについて詳しく調査する必要がある。参考までに、全球ベースでは、我が国船舶のIGOSSデータ生産量はアメリカ、ソ連について3位(9.4%)であるが、この海域においては10位(0.6%)である。

U.S.S.R	9,580	Libva	54	Greece	3	Romania	1
Australia	3,240	Denmark	32	Indonesia	3		
France	1,407	China	12	Italy	3	UNKNOWN	1,646
United Kingdom	955	New Zealand	9	Brazil	2		
U.S.A.	728	Argentina	6	Spain	2		
Germany, F.R.	372	Canada	5	Sweden	2		
Netherland	303	Chile	5	Ecuador	1		
Singapore	206	Panama	5	India	1		
Bulgaria	146	Belgium	3	Poland	1		
Japan	110	El Salvador	3	Portugal	1		

表 1 1982～1989年における国別測点数
Table. 1 Number of contribution for BATHY/TESAC data for each country
 during 1982-1989

図1に、この海域における1982～89年の月別測点数を示す。各年各月の測点数について見ると、かなりのバラツキがあるが、月毎の総計を見ると、北半球の冬季に当たる時期の測点数が若干少ない傾向があるが、比較的、各月の測点数とも均等であり、測点数自体は多くないが月平均もしくは季節平均といった処理によって、この海域の平均的な年変化の見積り、およびこの値を用いた初期的なデータの品質管理も可能であろう。

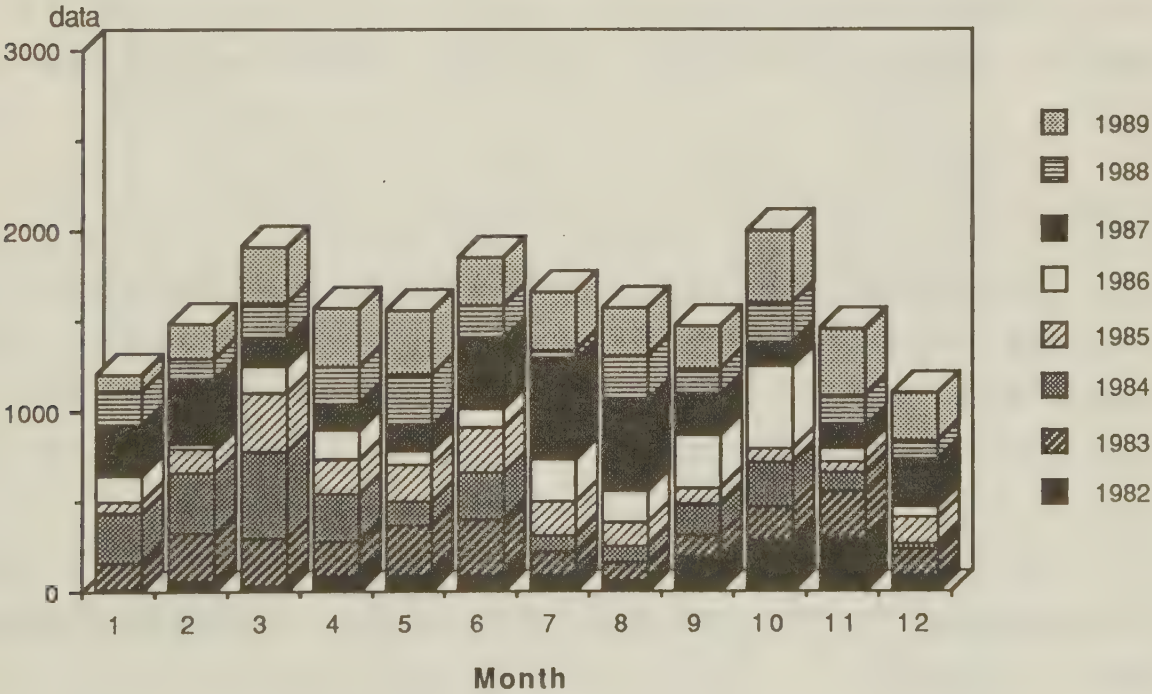


図1 インド洋におけるIGOSS BATHY/TESAC月別データ数
Fig. 1 Number of IGOS BATHY/TESAC data in Indian Ocean for each month

各年の測点総数は増加傾向にあることから（図2）、今後、この海域の海洋データ量の増大を見込むことが期待できる。

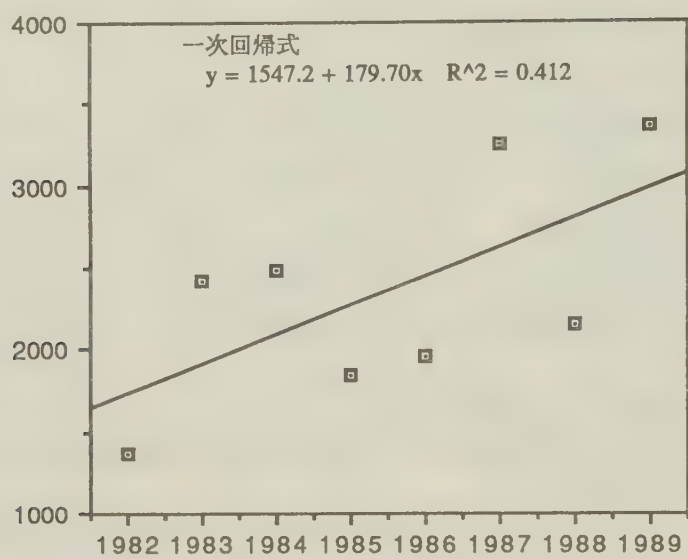


図2 インド洋におけるIGOSSデータの増加傾向

Fig. 2 Data growth of IGOSS data in Indian Ocean

この海域における各年毎の測点数の分布状態を知るため、5度メッシュ毎の測点数について調べた結果を図3-1～図3-8に示す。これによると、各年とも南半球における測点数が非常に少ないことが分かる。この海域全体の経年変化を見るには十分な測点数ではないが、南半球の中でオーストラリア周辺海域のように比較的測点数の多い海域もあり、海域を限定して、海域間の相関を取るなどことは可能であろう。

4. 考察

インド洋における海洋データの総量自体少ないが、今後も引き続き海洋調査状況の把握等により海洋データの収集に努める必要がある。また、限られた海洋データの品質向上のため、最新のデータの迅速な入手を可能とする必要がある。このため、海洋調査状況等の情報、最新の海洋データの迅速な入手を可能とする海洋情報・データ交換のためのネットワークシステム及びデータベースの構築を急ぐ必要がある。

また、今回は海洋データの測点数のみについて調べたが、海洋における熱輸送の観点から、海流、水温、塩分等各項目について2年度以降統計処理し、新たに得られるデータの品質管理及び各種研究の基礎資料とする必要がある。

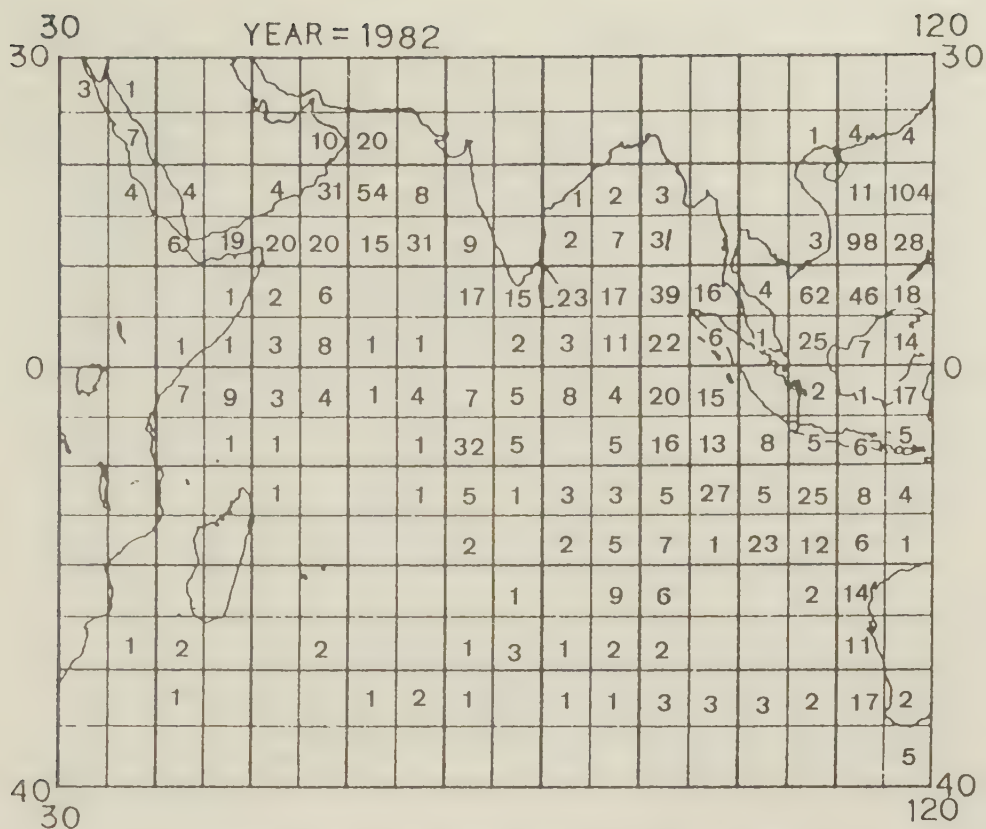


図 3-1 1982 年における 5 度メッシュ毎の測点数

Fig.3-1 The number of casts in 5-degree square in 1982

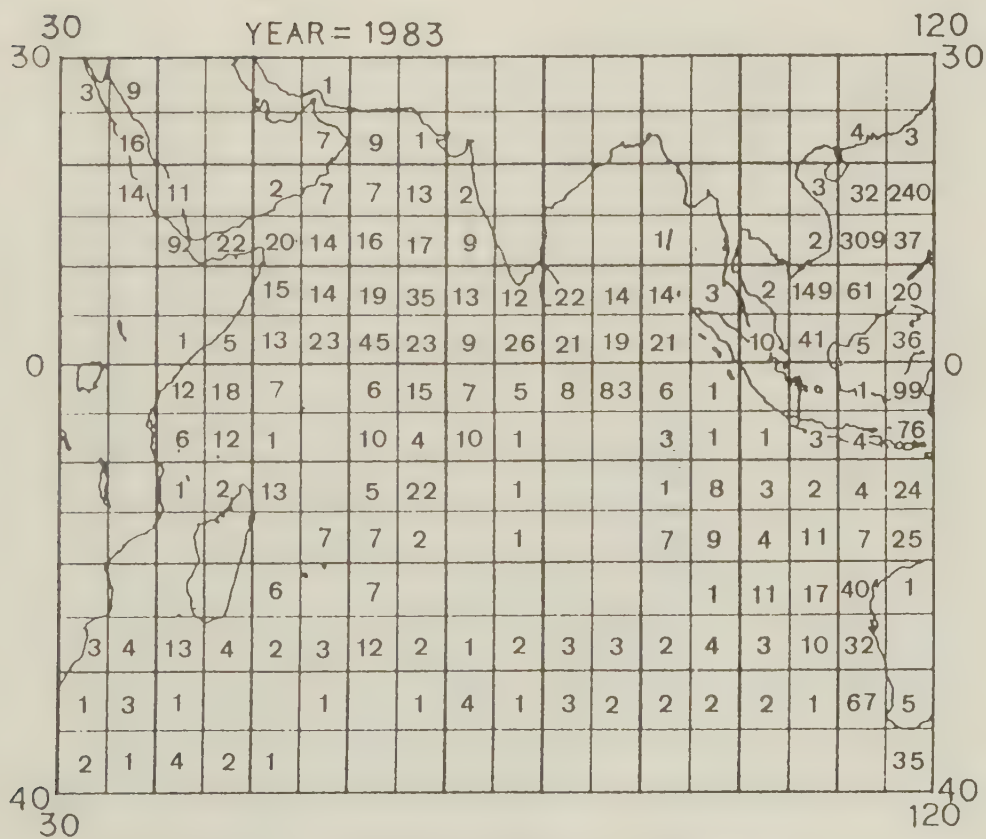


図 3-2 1983 年における 5 度メッシュ毎の測点数

Fig.3-2 The number of casts in 5-degree square in 1982

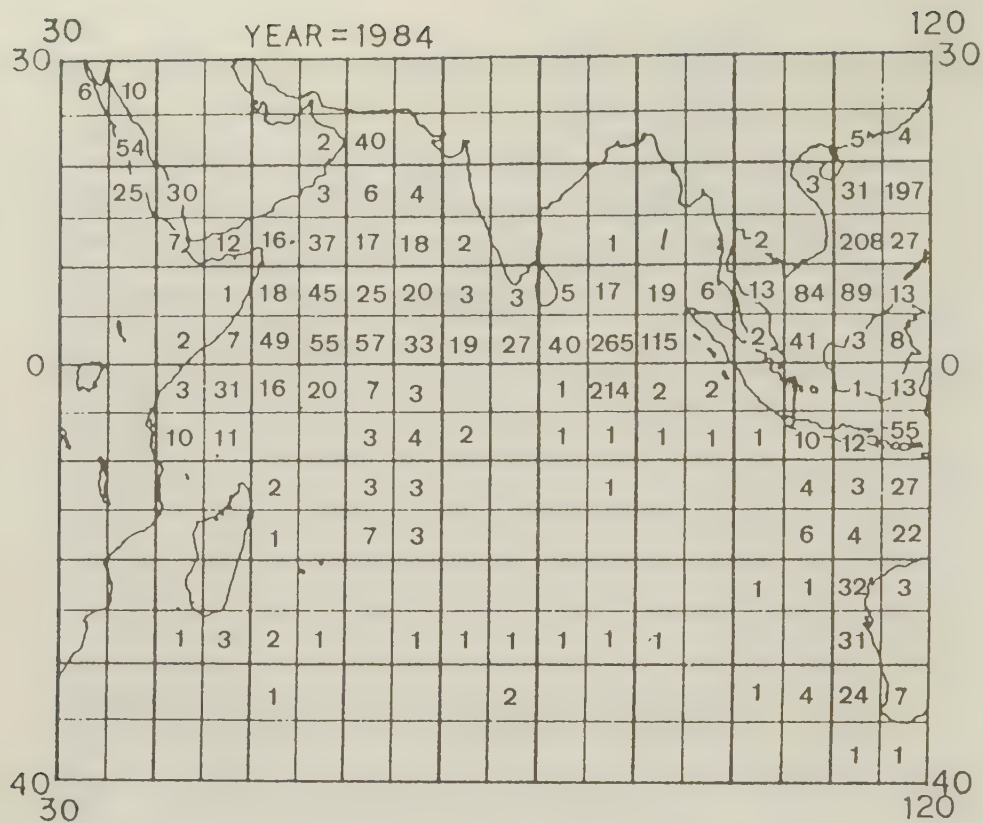


図 3-3 1984 年における 5 度メッシュ毎の測点数

Fig.3-3 The number of casts in 5-degree square in 1982

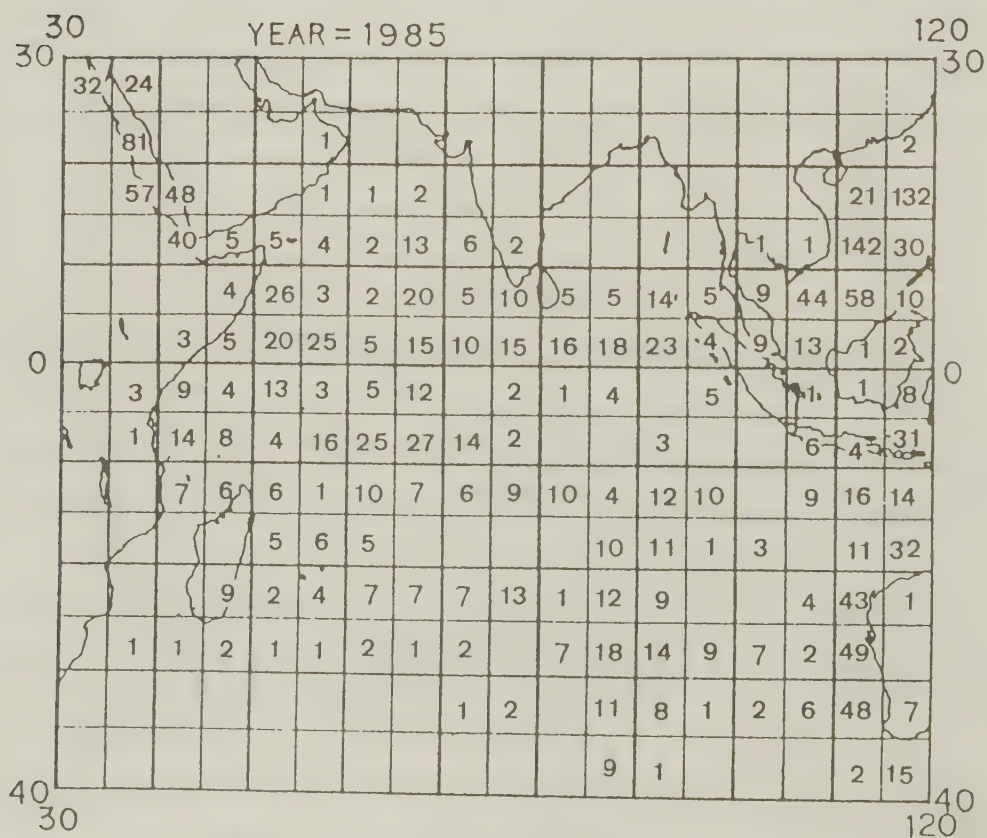


図 3-4 1985 年における 5 度メッシュ毎の測点数

Fig.3-4 The number of casts in 5-degree square in 1982

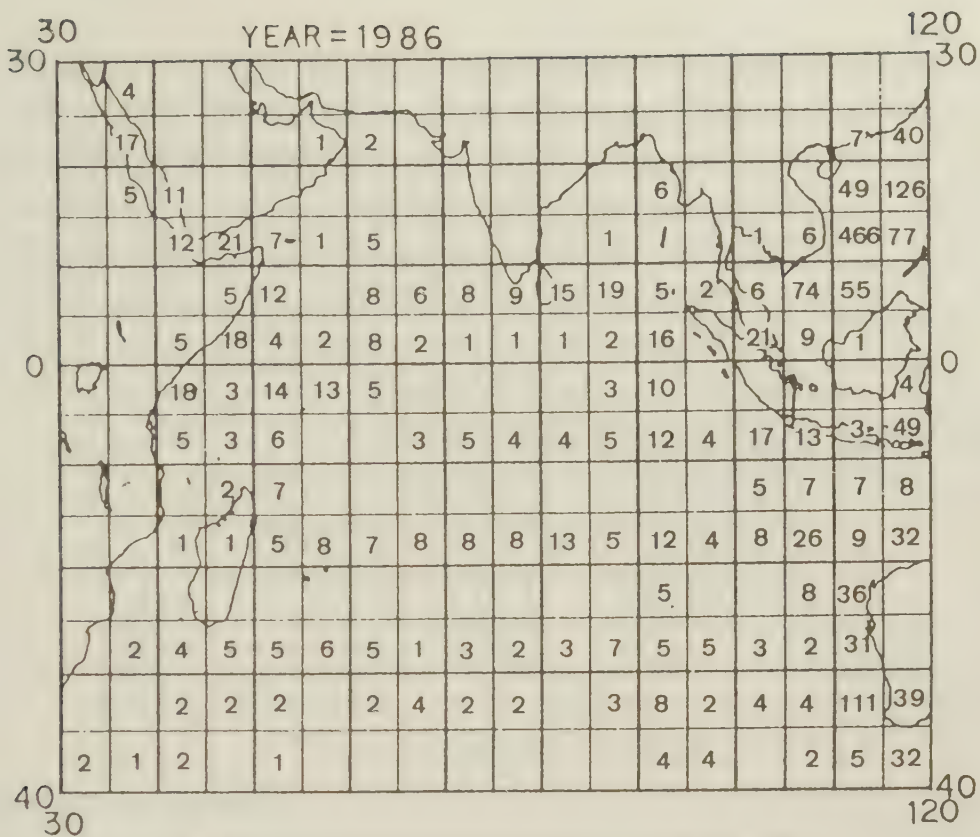


図 3-5 1986年における5度メッシュ毎の測点数

Fig.3-5 The number of casts in 5-degree square in 1982

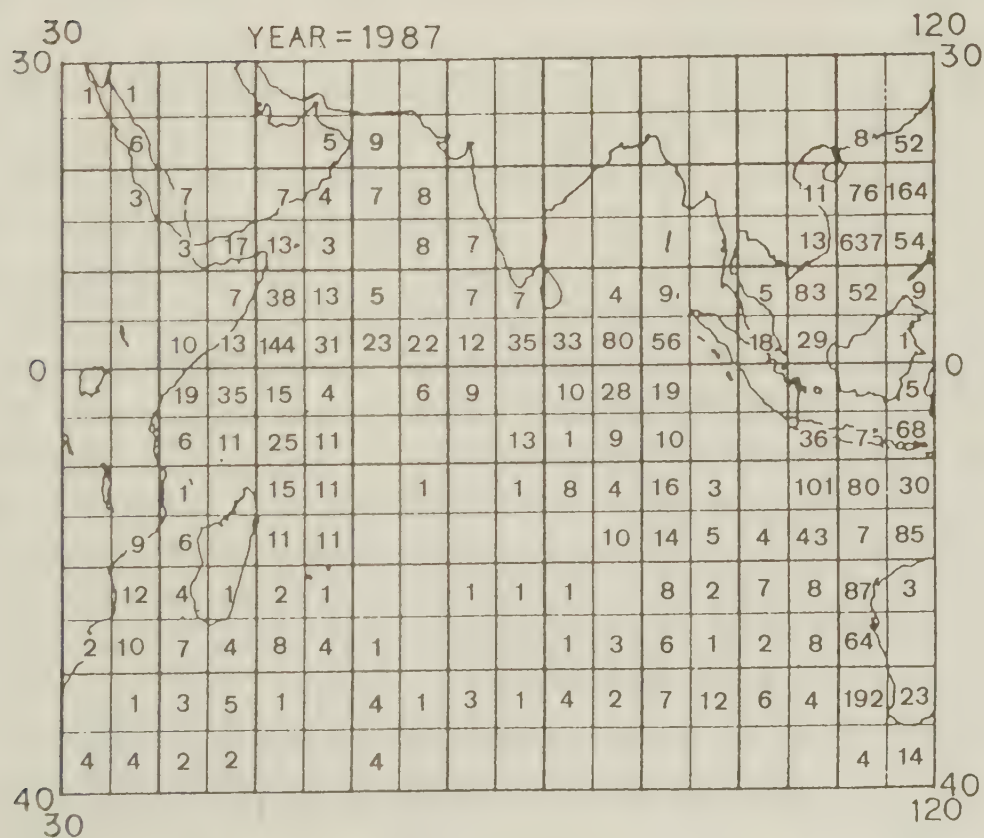


図 3-6 1987年における5度メッシュ毎の測点数

Fig.3-6 The number of casts in 5-degree square in 1982

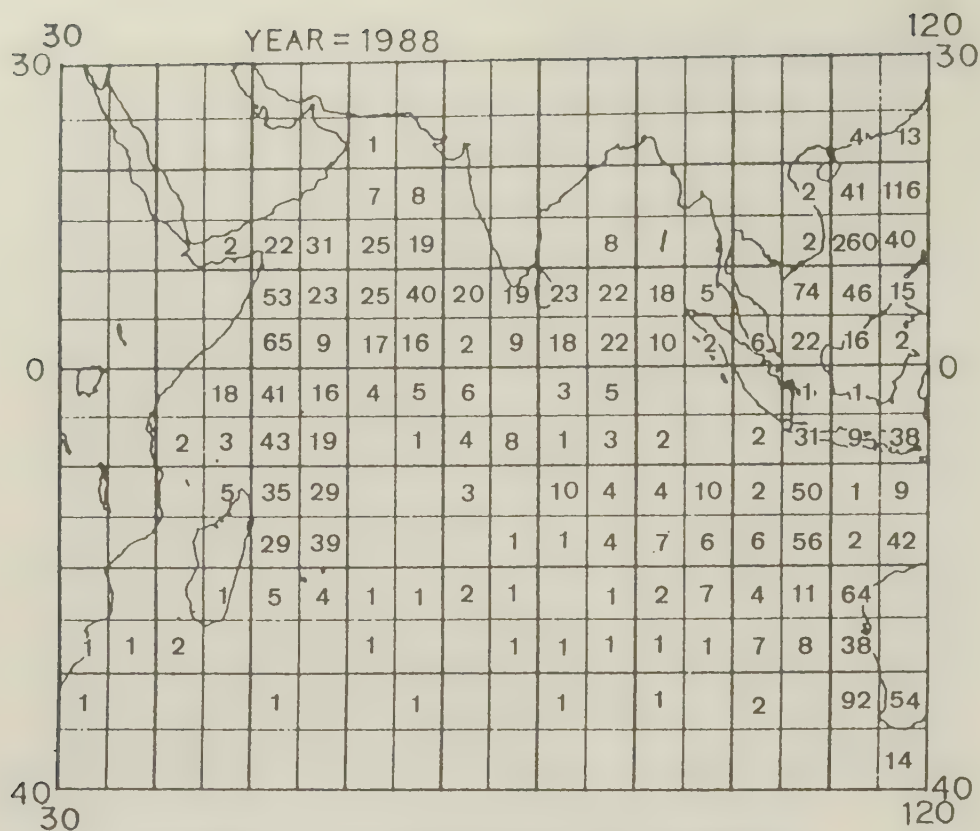


図 3-7 1988 年における 5 度メッシュ毎の測点数

Fig.3-7 The number of casts in 5-degree square in 1982

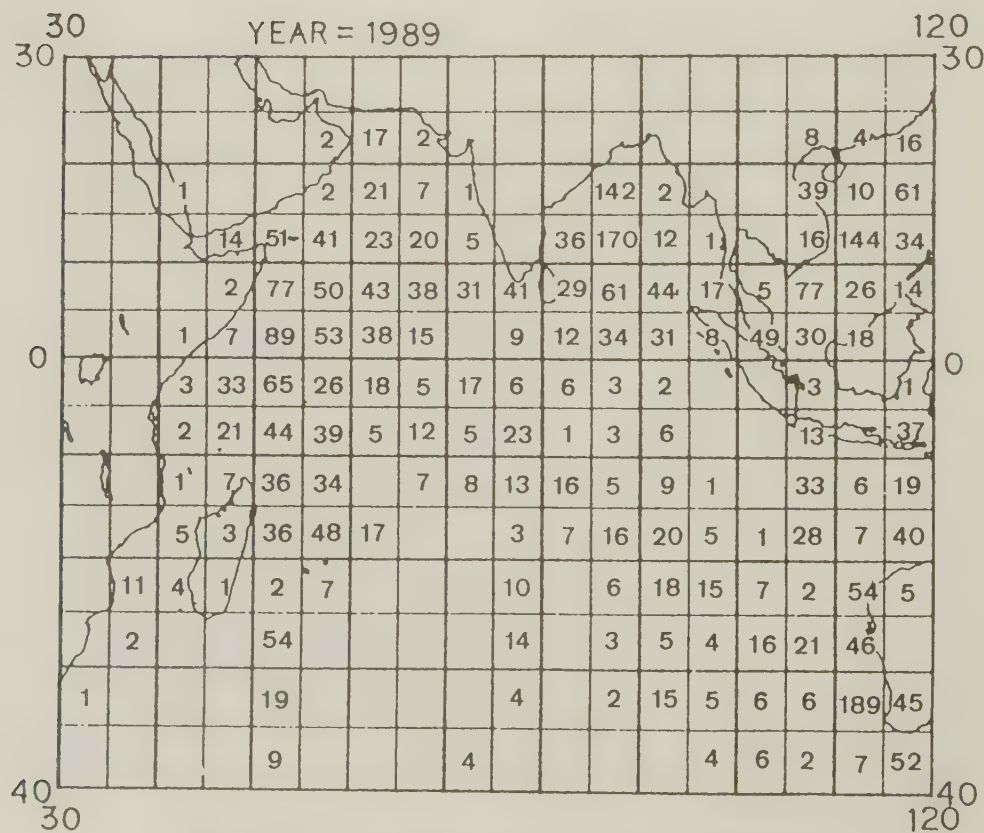


図 3-8 1989 年における 5 度メッシュ毎の測点数

Fig.3-8 The number of casts in 5-degree square in 1982

I. 大気を媒体とした海陸相互作用及び長周期変動に関する観測・解析研究

Study on Air-Sea-Land Interaction and their Long Term Variations

2. 大気・陸面に関する観測研究

Observational Study on Air-Sea-Land Surface Interactions

(1) 広域エネルギー収支に関する観測研究

Observation on Regional Surface Heat Budget

気象庁気象研究所

萩野谷 成徳, 木下 宜幸, 加藤 真規子, 新野 宏,
藤谷 徳之助, 戸矢 時義, 三上 正男

Meteorological Research Institute,
Japan Meteorological Agency

S. Haginoya, N. Kinoshita, M. Kato, H. Niino,
T. Fujitani, T. Toya, and M. Mikami

Abstract

【Purpose of the study】

In order to clarify the mechanism of the Asian Monsoon, which is caused through Air-Sea-Land interactions, the large-scale heat budgets over two different districts are estimated by field observations. One of these districts is Tibetan-Himalaya Mountains Area and the other is the Indian Ocean-South China Sea Area. Because of the vastness of the districts and their unsuitable conditions for observations, observatories or ships in these districts are so sparsely distributed that the basic meteorological data to clarify the mechanism of the Asian Monsoon are lacking. This study aims to collect these basic data and estimate two large-scale heat budgets.

【Method of the study】

Present study consists of three subjects: (1)AWS(Automatic Weather Station) will be set up at several places over Tibetan Plateau. Ground surface pressure, wind speed and direction, air temperature and humidity, precipitation, soil temperature profile and radiation will be measured and recorded for long period of time. These data will be analyzed and used to estimate the horizontal distribution and time variation of energy flux between air and land surfaces. (2)Sea surface meteorological observation will be carried out by AWS mounted on volunteer ships. The same variables except the soil temperature profile will be measured and recorded. These data will be similarly analyzed to estimate the energy flux between air and sea surfaces. (3)Regional energy fluxes over ground surface and sea surface will be estimated by satellite data.

【Results】

The following results are obtained in this financial year. (1)AWSs for

mountaineous district and for vessel were calibrated and tested to prepare for the actual observation in the next fiscal year. AWS can collect basic meteorological data necessary for estimating surface heat balance. Each AWS has a memory to store the data. (2) Meeting which is related to Japan-China Cooperative Study on Tibetan Plateau field observation was held on Beijing China. Prof. Ding Yihui deputy director of Academy of Meteorological Science, State Meteorological Administration of China as well as the scientific group led by Prof. Chen Longxun attended the meeting and discussed the heat balance study. (3) The methods to estimate heat balance over complex ground surfaces from routine data are formulated. Some of these methods have been already applied to the routine observation data in Japan and their usefulness has been demonstrated

1. 研究目的

本研究では、大気を媒体とした海洋と陸面間の相互作用として発現しているアジアモンスーンの機構を解明するため2つの異なる地域における広域のエネルギー収支を評価する。そのうちの1つはインド洋・東南アジア地域の海面フラックス、もう1つはチベット・ヒマラヤの山岳地帯の地表面フラックスである。現在これらの地域・海域は、対象域の広さや観測環境の厳しさ等から観測体制が整備されておらず、気象の基本的要素に係わるデータの収集が必ずしも十分に行われているとはいえない。アジアモンスーンの機構解明にはこれらの基本的データを収集することがぜひとも必要である。本研究ではこれら基本的データを現地観測により収集し、それに基づいて広域熱収支解析を行うことを目的としている。

2. 研究方法

チベット・ヒマラヤ山塊周辺、および東南アジア周辺からインド洋に至る地域を対象として、大気を媒体とした海陸相互作用および長周期変動に関する観測を実施し、データを蓄積すると共に衛星データを利用して広域のフラックスを求める。

本研究は以下の3本柱から成り立っている。

(1) チベット域において山岳用自動気象観測装置を複数の場所に設置し、地上の気圧・風向風速・気温湿度・降水量・地中温度分布および放射量を長期間観測しデータを蓄積する。これらのデータを解析し、大気・陸面間のエネルギーフラックスの水平分布とその時間変化を求める。

(2) インド洋・東南アジア地域において船舶用自動気象観測装置を船舶に搭載して海上の気圧・風向風速、気温湿度、降水量および放射量を長期間観測しデータを蓄積する。これらのデータを解析し、大気・海面間のエネルギーフラックスの水平分布とその時間変化を求める。

(3) 衛星データを利用して広域の地表面および海面フラックスを求める。

3. 研究成果

今年度は装置の整備を行った。また、山岳地帯の複雑地表面上の熱収支解析について従

来の研究成果を適用した解析方法をまとめた。

(1)装置の整備

①山岳用自動気象観測装置と船舶用自動気象観測装置を各1台整備した。各装置の外観図を第1図に、測定気象要素と熱収支要素との関係を第1表に示す。また、今までの使用実績による自動気象観測装置の問題点とデータ使用時の注意点および対策を検討した¹⁾。

②船舶用自動気象観測装置の一部について「なつしま」船上で試験観測を行った。

(2)複雑地表面上の熱収支研究

ここでは山岳地域の広域の地表面熱収支を自動気象観測装置(Automatic Weather Station: AWS)による地上気象データ、ルーチン観測所の地上気象データおよび高層気象データを利用して推定する方法について述べる。なおここで述べる方法のいくつかは日本国内で既に適用済みで、その実用性が確かめられている。

陸地表面上の広域の熱収支を見積るにはAWSのデータの他にルーチン観測データの利用が不可欠である。これは観測地点が少ないことを補う意味でどうしても必要である。この節では、ルーチンデータを用いた複雑地表面の熱収支を見積る方法について、今までに日本国内で行われた研究について述べ、今回のチベットでの熱収支解析に対して適用の可否を論ずる。

第2表は陸面の熱収支の研究方法のブロックダイアグラムである。最上段の枠の中が利用可能データ、最下段の枠の中が求めるべき広域の熱収支である。従来の研究では観測地点のデータからその場所での熱収支〔地点熱収支〕を求め、それをその地点周辺の水平スケール100km~200kmの範囲を代表する熱収支として扱っていた²⁾。しかしながらこの方法は水平方向に一様な場合に対して適用できても地表面状態がいろいろな地物から成っている、起伏のある場合については適用できない。例えば、水平スケールが80kmの盆地状地形における熱収支観測によると、盆地底での地表面熱収支と、盆地全体の平均的熱収支が大きく異なっていることが知られている³⁾。これは盆地底の地表面状態と周囲の側斜面の地表面状態が大きく異なることによる。

本研究では陸面の熱収支を次のようにして求める。AWSとルーチン観測データを内挿してメッシュ点の値を求める。次にメッシュ点の値を使ってメッシュ点の熱収支を計算する。このとき正味放射(R_n)と地中伝導熱(G)および顕熱(H)を独立に求め、潜熱(LE)を熱収支式の残差として求める。正味放射と地中伝導熱には移流の影響がないので、これらに対しては領域平均フラックスを観測地点のフラックスとメッシュ点のフラックスの平均から求める。

日射量($S \downarrow$)は日照時間から日射量を求める実験式をAWSのデータを基にして作成して用いる。アルベード α はAWSによる実測値を使う。下向き長波放射($L \downarrow$)は地上気温・湿度・雲量から求める実験式を用いる。なお雲量を客観的に見積るために日照時間を利用する実験式を使う⁴⁾。上向き長波放射($L \uparrow = \varepsilon \sigma T^4$)は地表面温度から計算する。

地中伝導熱は地中温度分布の時間変化量から求める。その際、土壌の密度(ρ_g)・比熱(c_g)・熱伝導率(λ_g)が必要である。これらは地中温度の振幅または位相差から $\lambda_g/(c_g \rho_g)$ を、地表面の夜間冷却量から地表面の($c_g \rho_g \lambda_g$)を求めることができるのでその値を使う^{5), 6)}。

顕熱は一般風が強風時と弱風時に分けて求める。弱風時は局地循環による熱輸送が見られる場合である。Ku wagata et al.^{7), 8)}は弱風快晴時のときの中部日本の複雑地形上の熱収支を見積るために顕熱を大気熱収支法の残差から精度よく見積る方法を示した。弱風快晴時の解析にはこの方法を使用する。一方、強風時は水平方向の気温の非一様性が小さく、地表面では強制対流による熱輸送が支配的になる。このときはバルク法を用いる。バルク法で必要となる風と温度に対する地表面の粗度パラメータは地表面状態や地形の起伏から推定する^{9), 10)}。これらの結果は、従来の研究、例えば地表面の風速と標高から求めたバルク係数²⁾と比較する。フラックスを実際に計算するには広域の地表面温度、地上気温、地上風速の分布が必要になる。これらはメッシュ点の値を使うことができる。地表面粗度がわからない場合で強風・乾燥・快晴夜間の条件下では、顕熱の推定に Kondo and Haginoya⁶⁾の方法が使える。この方法は地中の熱伝導方程式、地表面温度の夜間冷却量および熱収支式を利用する。

4. 考察

(1)自動気象観測装置についての問題点

山岳用装置について土壤水分を測定し、蒸発量の見積のチェックデータにする。風速分布と温度分布を測定し、シアーに対する空気力学的粗度と温度に対する空気力学的粗度を直接求める。の2点が改良すべき点として挙げられる。

(2)解析方法の問題点

3. (2)で述べた方法は気象官署のデータのほかに日本国内に展開されている A M e D A S (Automated Meteorological Data Acquisition System) データも使用して行われたものである。A M e D A S では気温、風向風速、日照時間および雨量が毎時測定されている。A M e D A S は AWS の一種である。A M e D A S の数密度は大変高く 20km×20km に 1 ステーションの割合で設置されている。上記の方法がチベット領域に対してそのまま使えるかどうかをチェックするのは今後の重要な課題である。また、陸上の広域の顕熱を求める決定的な方法は現在のところなく、いずれもある条件下でしか適用できない。今後この点についても検討をする必要がある。

(3)今後の研究計画

①チベット

前期5年の目標であるチベットでの観測データの取得のために以下の目的を達成する。国内で装置の試験運用をして装置自身および観測方法（データ回収、解析方法も含む）の問題点の洗いだしを行う。中国人研究者との意思の疎通を図り、装置の操作法に習熟してもらうため、研究者の日本招聘を行う。これについては1991年1月に2週間を予定している。中国に装置を送り、操作法のトレーニングを行う。これについては1991年3月に3週間を予定している。

②インド洋

インド洋での観測データの取得のために以下の目的を達成する。気象庁観測船「啓風丸(1,796t)」に船舶用装置を搭載し、試験観測を行い、自動観測装置および観測方法（データ回収、解析方法も含む）の問題点の洗いだしをする。水産庁の漁業調査船照洋丸(1,362t)に搭載し、東南アジア・インド洋航路の観測を実施し、研究を軌道に乗せる。

自動気象観測装置の観測データのほかにルーチンの地上気象データや高層データ等も用いて広域の熱収支各要素を求める方法を確立する。

5. 引用文献

- 1)萩野谷成徳・藤谷徳之助, 1989: 自動気象ステーションのセンサーの問題点について, 天気, Vol.36, 748-751.
- 2)Chen, L., E.R. Reiter and Z. Feng, 1985:The atmospheric heat source over the Tibetan Plateau: May-August 1979. Mon. Wea. Rev., 113, 1771-1790.
- 3)Kondo, J., T. Kuwagata and S. Haginoya, 1989:Heat budget analysis of nocturnal cooling and daytime heating in a basin. J. Atmos. Sci., 46, 2917-2933.
- 4)_____, T. Nakamura and T. Yamazaki, 1990:Estimation of the solar and downward atmospheric radiation.(submitted to Tenki(Weather)).
- 5)_____, 1982:Preliminary theoretical study on nocturnal cooling over complex terrain. Tenki(Weather), 29, 935-949(in Japanese).
- 6)_____, J. and S. Haginoya, 1989:Characteristic heat transfer coefficients near the ground at night during strong winds. Boundary-Layer Meteor., 46, 169-180.
- 7)Kuwagata, T., M. Sumioka, N. Masuko and J. Kondo, 1990a:The daytime PBL heating process over complex terrain in central Japan under fair and calm weather conditions. Part 1. Meso-scale circulation and the PBL heating rate.(submitted to J. Meteor. Soc. Japan).
- 8)_____, N. Masuko, M. Sumioka and J. Kondo, 1990b:The daytime PBL heating process over complex terrain in central Japan under fair and calm weather conditions. Part 2. Regional heat budget, convective boundary layer height and surface moisture availability.(submitted to J. Meteor. Soc. Japan).
- 9)Kondo, J. and H. Yamazawa, 1986:Aerodynamic roughness over an inhomogeneous ground surface. Boundary-Layer Meteor., 35, 331-348.
- 10)Yamazawa, H., 1985:The study on the wind drag and heat exchange over complex ground surface. Doctoral Thesis, Tohoku Univ., pp.108.

6. 成果の発表

1)国内

発表者名	発表題名	学協会誌名等	備考
(論文) 萩野谷成徳 藤谷徳之助	自動気象ステーションのセンサーの問題点について	日本気象学会 「天気」Vol.36, 748-751.1989.	
萩野谷成徳	地表面における熱交換過程	日本機械学会 次世代技術における熱工学(「次世代技術における熱工学問題に関する調査研究分科会」報告書), 79-82. 1989.	
(口演) 萩野谷成徳 安藤健太郎 藤谷徳之助 花輪公雄	熱帯域における放射観測	日本気象学会 1990年春季大会講演予稿集, 219. 1990.	

2)国外

発表者名	発表題名	学協会誌名等	備考
(口演) S.Haginoya	The Plan of Surface Meteorological Observation of the Tibetan Plateau.	Climatic Changes and Their Impacts.Preprints of Beijing International Symposium on Climatic Change, D-22. August, 9-12, 1990.	

7. 関係国との協力

本研究のうちチベット高原における気象観測は中国国家気象局気象科学研究院との共同研究で行われる。チベットにおける現地観測について研究者レベルの打ち合せが1989年11月26日から12月2日にかけて中国北京市で行われた。打ち合せ結果は勧告の形で提案された。

おもな打ち合せ事項は以下の通り。日本から5台の自動気象観測装置を中国に持ち込む。これらを北京に送り、まずそこで試験観測を行い、その後チベットに設置する。チベットでの設置場所は3台が90°E付近の100km×100km程度の試験地内に、残り2台は90°Eよりも西側に分散して設置する。チベットにおける装置の設置・保守・データ回収は中国側が行う。観測に要する費用は日本側が負担する。

第1表 山岳用（上）および船舶用（下）自動気象観測装置による
観測要素と地表面熱収支各要素との関係。

Table 1 The relation between the observation elements
of AWSs for mountaineous district (upper) and
vessel (lower), and the surface heat budget
elements.

Sensor number	Observation element	Ground surafce heat budget element								Sensor name
		H	ϵE *	G	$S\downarrow$	$S\uparrow$	$L\downarrow$	$L\uparrow$	Rn	
1	dir									Light wind vane
2	U	○								Three-cup anemoneter
3	Ta	○								Pt resistance thermometer
4	H									Hygroscopic fiber
5	P									Silicon pressure transducer
6	Pr									Rain intensity gage
7	$S\downarrow$	△			○		○		○	Pyranometer
8	$S\uparrow$	△				○		○	○	Pyranometer
9	$S\downarrow+L\downarrow$	△					○		○	Radiometer
10	$S\uparrow+L\uparrow$	△						○	○	Radiometer
11	To	○		○						Pt resistance thermometer
12	Ts			○						Pt resistance thermometer

Sensor number	Observation element	Sea surafce heat budget element								Sensor name
		H	ϵE *	G	$S\downarrow$	$S\uparrow$	$L\downarrow$	$L\uparrow$	Rn	
1	dir	○	○							Light wind vane
2	U	○	○							Three-cup anemoneter
3	Ta	○	○							Pt resistance thermometer
4	H		○							Rotronic Hygrometer C-80
5	P		○							Pressure difference gage
6	Pr									Rain intensity gage
7	$S\downarrow$				○	○			○	Pyranometer
8	$L\downarrow$						○	○	○	Radiometer
9	To	○	○					○	○	Pt resistance thermometer
10	Position	○	○							

note

dir: Wind direction
U : wind speed
Ta : Air temperature
H : Relative humidity
P : Pressure
Pr : Precipitation
 $S\downarrow$: Global solar radiation
 $S\uparrow$: Reflective solar radiation
 $S\downarrow+L\downarrow$: Downward total radiation
 $S\uparrow+L\uparrow$: Upward total radiation
 $L\downarrow$: Downward long wave radiation
To : Ground or sea surface temperature
Ts : Soil temperature
Position: Ship position

△: To is estimated by radiation temperature.
*: Residual

H : Sensible heat flux
 ϵE : Latent heat flux
G : Soil heat flux
 $S\downarrow$: Global solar radiation
 $S\uparrow$: Reflective solar radiation
 $=\alpha S\downarrow$
 $L\downarrow$: Downward long wave radiation
 $L\uparrow$: Upward long wave radiation
 $=\epsilon \sigma T_o^4 + (1-\epsilon)L\downarrow$
Rn : Net radiation
 $=(S\downarrow - S\uparrow) + (L\downarrow - L\uparrow)$
 $=(1-\alpha)S\downarrow + \epsilon (L\downarrow - \sigma T_o^4)$

 α : Albedo
 ϵ : Emissivity
 σ : Stefan-Boltzmann constant

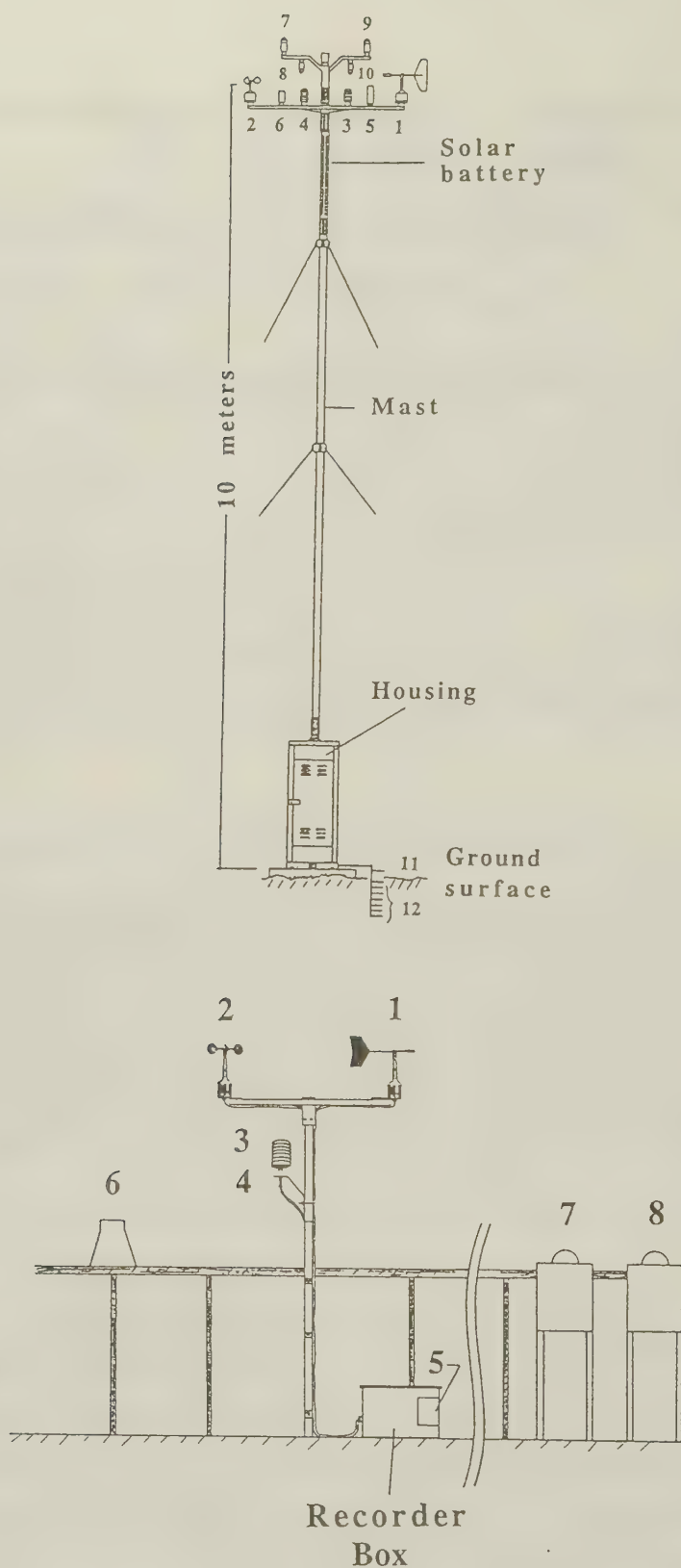
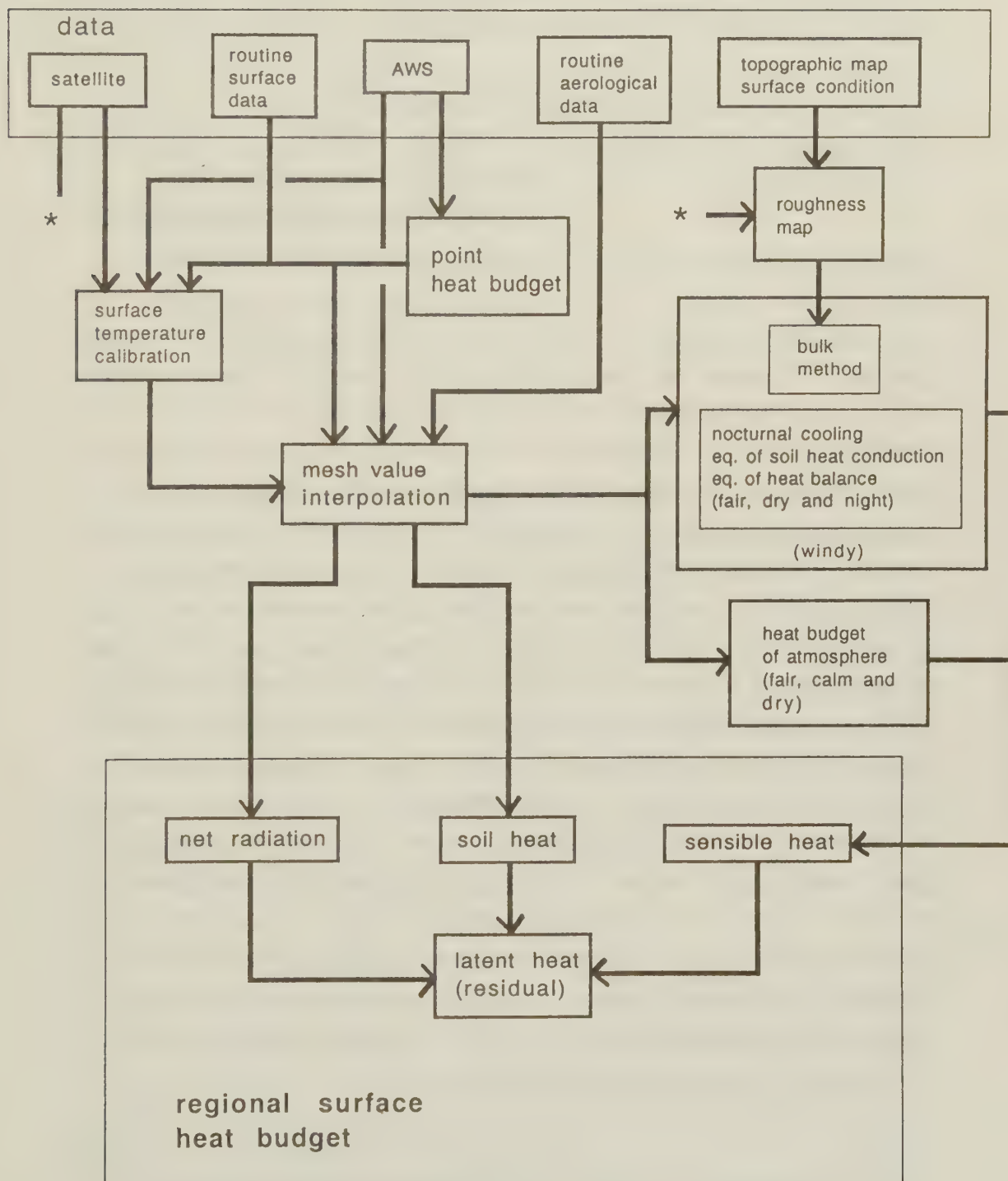


Figure 1 A schematic view of AWSs for mountainous district (upper) and for vessel (lower). The number beside each sensor is referred to Table 1, respectively.

第1図 山岳用（上）および船舶用（下）自動気象観測装置の外観図。センサー番号は第1表をそれぞれ参照。

第2図 陸面熱収支解析のフローチャート。

Figure 2 Flow chart of the ground surface heat budget analysis.



1. 大気を媒体とした海陸相互佐用及び長期変動に関する観測・解析研究
Study on Air-Sea-Land Interactions and their Long Term Variations
2. 大気・陸面に関する観測研究
Observational Study on Air-Sea-Land Surface Interactions
(1) 広域エネルギー収支に関する観測研究
Observation on Regional Surface Heat Budget

郵政省通信総合研究所

中村健治、増田悦久

Communications Research Laboratory,

Ministry of Posts and Telecommunications

Kenji Nakamura, Yoshihisa Masuda

(Abstract) Performance of a wind profiler which is a kind of a Doppler radar is specified. The objective of the wind profiler is to measure the wind situations in the lower troposphere up to around 3 km in continuous time base. Doppler radars are very common in rain observations. Such radars measure the backscattered radiowaves from hydrometeors. On the contrary, the wind profiler measures the backscattered radiowaves from turbulences in the atmosphere. Generally speaking, the turbulences are flown by the wind, and the velocity of the turbulences is corresponding to the wind velocity. The biggest problem of the wind profiler is that the back-scattered radiowaves by the turbulences are very weak, which means that the radar (wind profiler) must have an excellent sensitivity. Two techniques are used in the wind profiler to improve the sensitivity. One is called as "coherent integration", and the other is called as "incoherent integration". The coherent integration is the averaging of the Doppler signal for a time when the amplitude of the scattered signal does not vary much, in other words, the signal is coherent. Since the amplitude of the noise fluctuates, the noise is suppressed by the averaging, which results in an improvement of the signal to noise ratio. The incoherent integration is the averaging of Doppler power spectra. The power spectra are smoothed by this averaging and the spectrum from the turbulence appears more clearly.

The major specifications of the wind profiler are: the frequency is 1.36 GHz, the peak power is 1 kw, and the pulse repetition frequency is 20 kHz. The wind profiler is expected to measure the backscattered radiowaves from turbulences up to around 3 km.

1. 研究目的

海陸相互作用の解明のためには、大気の基本量である気流、気温の詳細な観測が必要である。従来の観測方法はラジオゾンデであるが、ラジオゾンデでは連続観測はできず、大気構造の詳細観測には不向きである。また、ゾンデは風に流されるため、ある一点の風の鉛直プロファイルを測定しているわけではないので、測定データの解釈に注意が必要である。その一方ウィンドプロファイラは大気中の乱流を追うことにより風を測定する装置であり、ゾンデの持つ上記の欠点を持たない。このような装置としてはドップラ降雨レーダがあるが、ドップラ降雨レーダは降水粒子からのレーダ電波の散乱波を受信するので、観測域が降雨域のみに限られる。一方、ウィンドプロファイラは観測域は降雨域には限られない。しかし、ウィンドプロファイラは観測域はウィンドプロファイラの上空に限られ、平面的な測定には向いていない。

このようなウィンドプロファイラの特徴を生かし、①高度3 km程度までの連続観測を行い、大気境界層と自由大気との関わりを研究する、②ドップラ降雨レーダとの共同同時観測を通じ、特に積雲周囲の下層大気の流れの観測を行い、積雲対流・降水活動の研究を行う。

2. 研究方法

ウィンドプロファイラとは直訳すると風鉛直分布測定装置であり、一種のドップラレーダである。レーダでは、アンテナからパルス電波を出し、ターゲットからの反射電波を受け、送信時刻と受信時刻の差からターゲットまでの距離を求める。さらにドップラレーダではターゲットがアンテナからの視線方向に動いているとターゲットまでの距離が時々刻々異なることから、受信振幅の位相がパルス毎に異なることから、ターゲットの視線方向の移動速度を測定することができる。ターゲットとしては、降雨レーダならば雨滴等の降水粒子であるが、ウィンドプロファイラでは大気中の屈折率の変動である。大気はわずかではあるが屈折率が真空中とは異なり、この差は大気の密度（ひいては温度）、また成分特に水蒸気量に依存している。この屈折率の変動は主に大気中の乱流によって生じる。そして、乱流は概ねその場の風によって流されるので乱流をドップラレーダで追うことによりレーダの視線方向の上空の風の成分を測定できる。レーダビームを図1のように3方向に振ることにより、上空の風ベクトルを求めることができる。

ウィンドプロファイラでは感度を向上させるために「コヒーレント積分」と「インコヒーレント積分」と呼ばれる技術を用いる。前者では、乱流からの散乱波は、（電波波長／ターゲットの移動速度）に比較して十分に短い時間で受信波の複素振幅を時間平均する。このような時間内ではターゲット（乱流）からの散乱波の複素振幅は余り変動しない一方、雑音電力はランダムに変動するので、平均することにより、雑音は抑圧される。実際、 N 個の平均をとると信号対雑音比(S/N)は N 倍改善される。後者（インコヒーレント積分）では、いくつかのパワースペクトルを平均し、スペクトルを滑らかにして、ターゲットによるスペクトルを浮き上がらせる（図2） [1]。

このウィンドプロファイラにより低層大気の流れの連続測定するための仕様を検討した。

3. 研究成果

ウィンドプロファイラの目標として、高度3 kmまでの下層大気を連続測定できることにおいた。また、積雲等の観測では観測場所が限られることを考え、可搬できることとした。

(1)周波数

ウィンドプロファイラの周波数は50MHz, 400MHz,そして900MHzが通常用いられる。これは、一つには周波数割当てのため、もう一つには、大気乱流の特性のためである。乱流による電波の散乱では、乱流中の波長が電波の波長の半分の長さの成分が寄与する。ところで、乱流中の各波長成分は、波長が短くなると、分子粘性が効いてくるため急激に小さくなる。このcut off 波長は高度が高くなると長くなる。このため、電波波長の短いウィンドプロファイラでは高高度の観測はできなくなる。図3は高度と電波波長との関係を示す[2]。図からわかるように、高度3 km以下の観測では弱い乱流に対しても10数cm以上の電波波長(2GHz以下)ならば観測できることが分かる。

風のベクトルを求めるためにはアンテナビームを振る必要があるが、この際、アンテナビーム幅が広いと、大きくアンテナビームを振る必要が生じ、風の空間的、時間的非一様性等から問題が生じる。アンテナビーム幅 θ (度)は、電波波長(λ)が短くなると狭くなり、大略

$$\theta = 70 \lambda / D$$

の関係にある。ここで、Dはアンテナ口径である。実用的にはアンテナビーム幅は8度以下が必要と考えられ、これから最小アンテナ口径と周波数、波長との関係は

周波数 (MHz)	50	400	900	1,400	2,000
電波波長 (cm)	600	75	33	21	15
最小アンテナ口径(m)	53	6.6	2.9	1.8	1.3

となる。可搬性を考えると400MHz以下の周波数には問題があることが分かる。

降水粒子があると、それからの散乱電力も同時に受信される。降水粒子からの散乱強度はマイクロ波以下ではRayleigh散乱となり、ひとつの降水粒子の散乱断面積は電波周波数の4乗に比例している。一方乱流からの散乱はcut off 周波数以下では電波周波数の1/3に比例する。このため、周波数が高くなると降水のある場合には、降水からの散乱電波により、乱流からの電波は覆い隠されてしまう。図4は周波数と降水及び乱流の散乱断面積との関係を示している。400MHz以上の周波数では降水があると乱流からの散乱波は覆いかくされることが分かる。しかし、降水の存在する場合には、降水粒子をターゲットとすることにより、風は推定できる(降水自身の落下速度があるために乱流から推定する場合に比べると精度は劣化する)。

低層大気の観測と可搬性を考えた場合、以上の点から900MHz以上が適当と結論される。実際には周波数割当てで900MHz帯には困難があることから、1,400MHz帯が選定された。

(2)送信電力、アンテナ口径

レーダ方程式、乱流の後方散乱断面積等から、平均送信電力とアンテナ実効開口面積の積とS/N が1となる高度との関係が図5のように得られる。ハードウェア上送信機の最大のduty比約10% 程度であること、またウィンドプロファイラの距離分解能を150m (1 μ sec)、とすると、例えば余裕をもって高度5 kmをターゲットとすると、送信ピーク電力とアンテナ実効開口面積の積は約 400となる。アンテナ効率を50%としてこの値を達成する送信ピーク電力とアンテナ開口面積は

送信ピーク電力 (W)	100	200	500	1000	2000
アンテナ開口 (m ²)	80	40	16	8	4

となる。細かい観測を考え距離分解能を向上させると、それにつれて必要なアンテナ開口面積も大きくなる。実際の仕様では固体増幅器を用いることとし、その最大電力1 kWを設定した。

(3)ウィンドプロファイラ、仕様

上記の検討を踏まえ、実現可能な装置の主要諸元を以下のように決定した。

周波数	1357.5MHz
ピーク電力	1.0kW
平均電力	50W
アンテナ利得	24dBi
ビーム幅	9 度
パルス幅	0.5, 1.0, 2.0 μ sec (可変)
パルス繰り返し周波数	40 μ sec (最小)

4. 考察

上記の仕様に従い、実際のハードウェアの製作にとりかかっている。本装置は固体増幅器を用いることにより、高圧電力部分をなくし可搬性を重視した設計となっている。これは、将来の多数のウィンドプロファイラによる同時観測を考えた時に大きな利点となろう。

5. 引用文献

- [1] E.E.Gossard and R.G.Strauch; "Radar observation of clear air and clouds", Elsevier, (1983)
- [2] R.G.Strauch, et al.; J. Atmos. Oceanic Tech., 1, 37, (1984)

6. 成果の発表

特になし。

7. 関係国との協力

特になし。

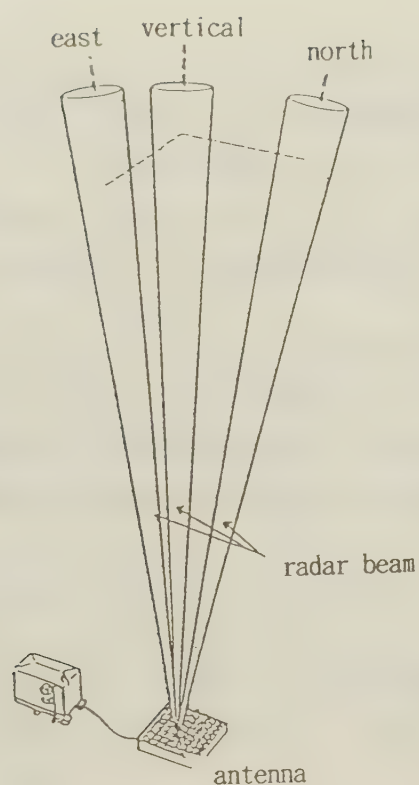


図1 ウィンドプロファイラによる風の観測.
Fig.1 Wind measurement by wind profiler

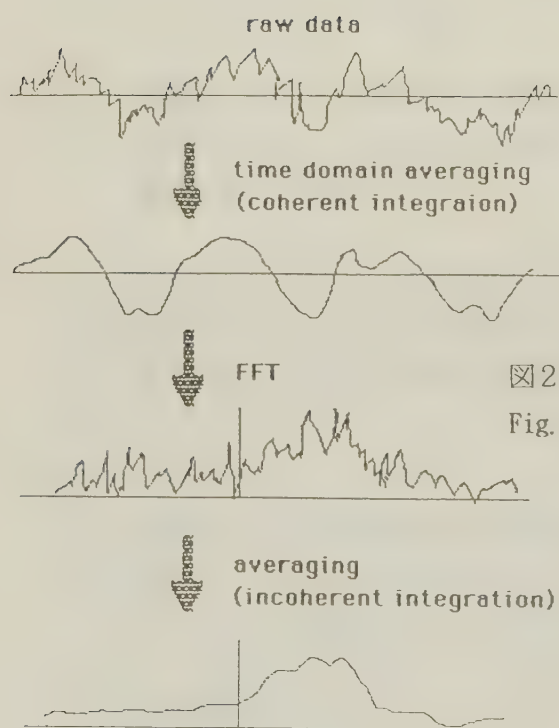


図2 コヒーレント積分とインコヒーレント積分
Fig.2 Coherent integration and incoherent integration

I 大気を媒体とした海陸相互作用及び長周期変動に関する観測・解析研究
Study on Air-Sea-Land Interactions and their Long Term Variations

3. 衛星データの解析研究

Analytical Study on Satellite Data

(1) モンスーン循環広域条件及び雪氷変動状況に関する解析研究

Analysis on Environmental Conditions and Snow-Ice Cover Changes
Affecting to Monsoon Cycle in Asia

科学技術庁防災科学技術研究所

中根 和郎, 矢崎 忍, 諸星 敏一, 中尾 正義
植原 茂次

National Research Institute for Earth
Science and Disaster Prevention,
Science and Technology Agency.

K.Nakane, S.Yazaki, T.Morohoshi, M.nakao
S.Uehara

(Abstract) Environmental conditions on the earth's surface, such as sea surface temperature and snow-ice cover etc., affect to the activity of Asian Monsoon. The purpose of this study is to gain the quantitative knowledges mentioned above. The surface environmental conditions in the whole Asian area ranging from 60°N to 20°S and from 30°E to 160°E are analyzed using GAC (Global Area Coverage) data of NOAA AVHRR, and the area is covered by 6 tracks of the data. In Chibet and Himalayas, annual and seasonal changes of snow-ice cover are analyzed in detail using MOS-1 MESSR and Landsat TM data. For this study, following subjects are put into practice successfully; (1) Development of the computer programs making the satellite mosaic images covering the whole Asian area and the data base for the mozaic images as well as original satellite data in every week from March to October and once a month in the other time.

(2) Analyzing various environmental conditions in the whole Asian area using the satellite mosaic images.

(3) Analyzing snow-ice cover in Chibet and Himalayas in detail using MOS-1 MESSR and Landsat TM data.

Through the preliminary study, the results are obtained as follows;

(1) Following computer programs are developed for making the satellite mosaic image covering the whole Asian area.

① Systematic geometric correction of NOAA AVHRR data using the orbital parameters of the satellite.

② Accurate geometric correction using a few hundreds of GCI's (ground control images with 64 x 64 pixels) for compensating the residual errors after the systematic geometric correction. For the purpose, a few

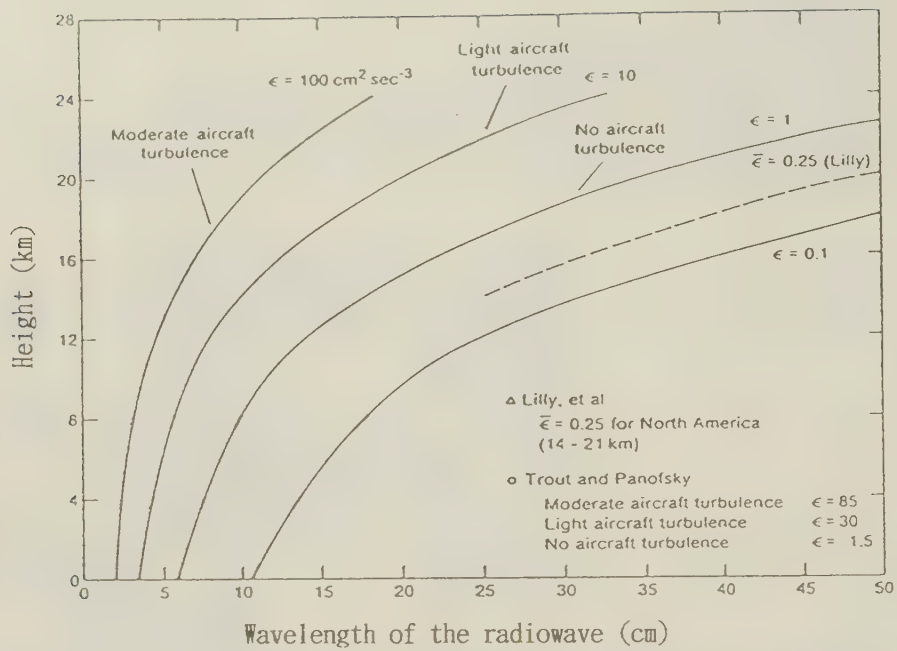


図3 大気中の乱流からの散乱波を観測するために必要なレーダ波長の下限と高度との関係。 ϵ は乱流の強さを示す。

Fig. 3 Required wavelength of the radar radiowave for the detection of the backscattered radiowave from turbulence and the height

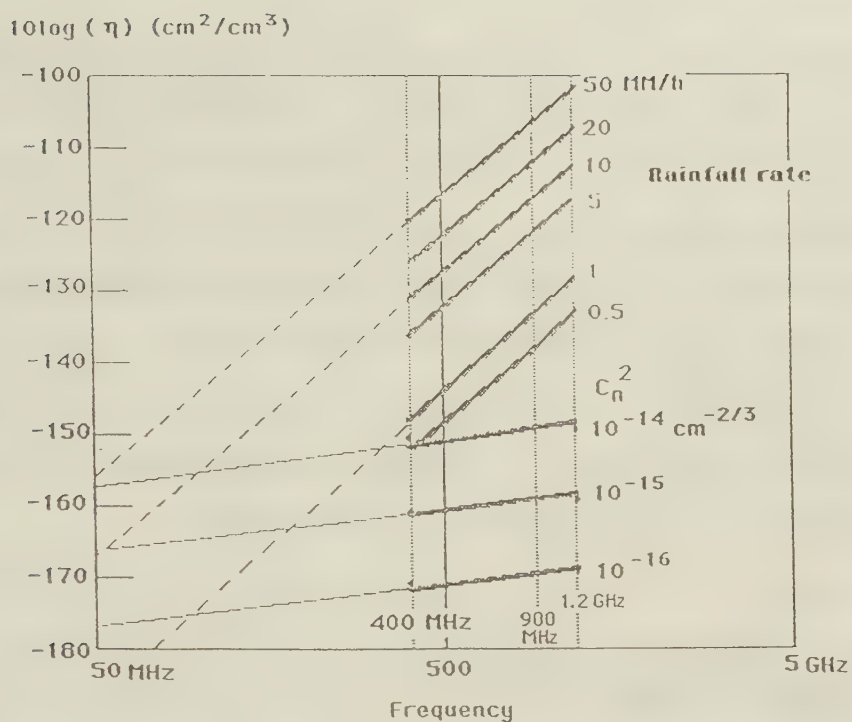


図4 降水と乱流の散乱断面積とレーダ周波数との関係

Fig.4 Radar frequency and the radar cross section of rain and turbulence

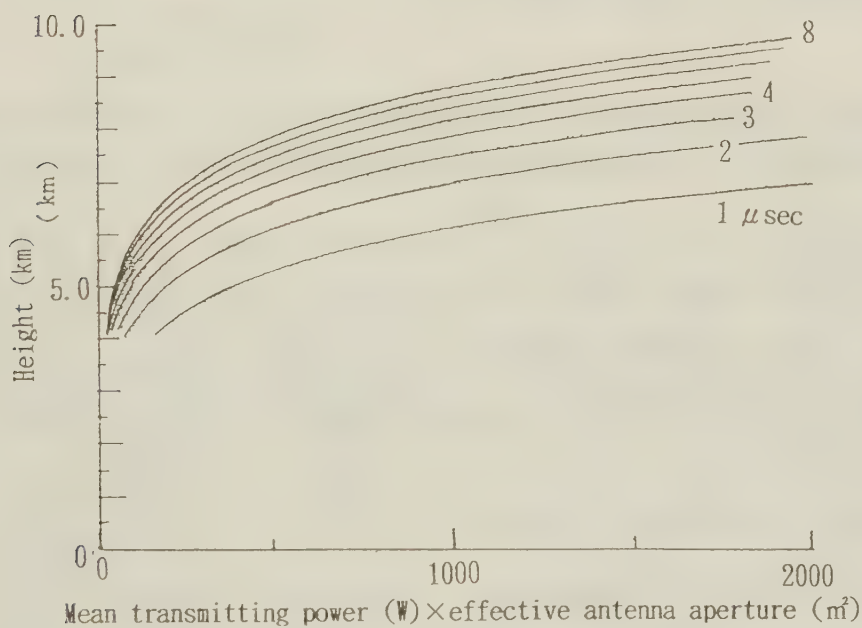


図5 レーダの平均送信電力とアンテナ実効開口面積との積と距離分解能をパラメータとした最高観測高度との関係

Fig.5 Maximum observable height and the mean transmitting power and effective antenna aperture

hundreds of GCI's are filed in the computer disk.

③ Making a satellite mosaic image composed of 6 track's GAC data of NOAA AVHRR. The image covers area from 30'E to 160'E and from 60'N to 20'S. The resolution of the image is 2 minutes (about 4km x 4km) in longitude and latitude.

④ Display the arbitrary area of the satellite mosaic image overlayed major geographical image which can be displayed from the geographical data base. The data base is composed of coastal lines, national border lines, rivers and lakes

(2) The debris in the ablation area of Khumbu Glacier near Mt. Everest are found out using MOS-1 MESSR data. The debris might present various informations about the long term changes of the glacier.

1. 研究目的

アジアモンスーンの変動はインド洋の海水温、ユーラシア大陸の積雪面積と深く関わっていることが指摘されており、また、モンスーンによってもたらされる降水は水資源、植生の活性度にも深く関わっている。そこで、本研究では広域にわたるアジアモンスーン地域を対象として、モンスーン循環変動に係わる各種環境条件（海面温度、積雪分布、雪水分布、植生分布、雲分布、地表面温度等）を極軌道地球観測衛星データを用いて時系列的に解析すると共に、それらのデータベースを作成し、モンスーン循環活動と上述環境条件との関係を明らかにする。

2. 研究方法

アジアモンスーンの活動はインド洋～西太平洋、インド・インドシナ半島～ユーラシア大陸の広大な領域にわたる各種環境条件に影響され、また、影響を与えていると考えられている。そこで、ここでは各種環境条件の解析領域を図1に示す経度30'E～160'E、緯度60'N～20'Sの範囲に定めるとした。このような広大な領域を年間を通じて一様な精度で解析するには衛星データを使用するのが最も有効であると考えられる。現在、NOAA-11号のAVHRR(Advanced Very High Resolution Radiometer)のGAC(Global Area Coverage)は4つのセンサー（可視・近赤外2チャンネル、中間赤外1チャンネル、遠赤外2チャンネル）及び衛星直下の地表分解能約4kmで全世界を定期的に観測しており、このデータが分解能、観測領域及び観測波長帯から考えて、本研究に最も適していると考えられる。図2にこのNOAA-AVHRRの観測波長帯と水蒸気によ

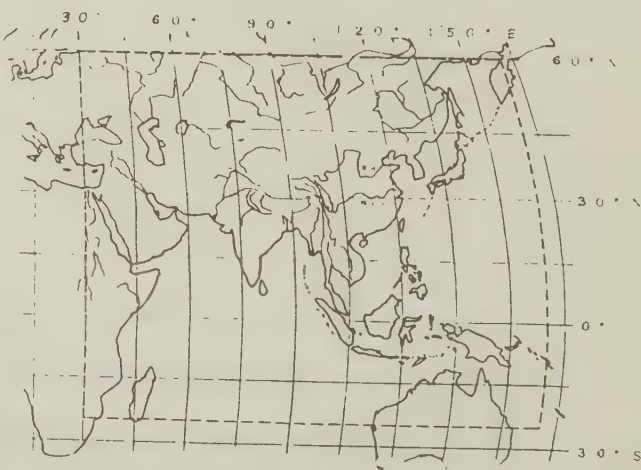


図1 衛星画像の解析領域

Fig.1 Analyzing area of environmental conditions using satellite data

る吸収率及び各種地被物からの反射率との関係を示している。そこで、当研究所の大型計算機(ACOS-830)及びデータフロー型並列計算機(NEDIPS-10)上で稼動する広域衛星画像作成プログラムを開発し、広域衛星画像の作成を行うと共に、それらをデータベース化し、各種環境条件の解析を行うこととした。具体的には以下に述べるように4つの項目に分けて研究を行った。

(1) アジアモンスーン地域の広域衛星画像を作成するプログラムを開発すると共に、広域衛星画像のデータベース化を次のように行う。

① 衛星データのラジオメトリック及び地理的補正、衛星データのモザイク合成、衛星データの表示及び地形図との重ね合わせ、広域衛星画像のデータベース化等のプログラムの開発を行う。これらプログラムを用いた広域衛星画像の合成手法のフローを図3に示す。

② NOAA-AVHRRのGACデータを経度30'E~160'E、緯度60'N~20'Sの範囲について緯度、経度方向2分メッシュの分解能で3月から10月の間週1回、11月から翌年2月の間月1回の頻度でデータベース化を行う。

③ 雪氷分布については精査が必要なことから、ヒマラヤ、チベットの代表地域において、MOS-1/MESSR、Landsat-TM等の衛星データをデータベース化する。②及び③の衛星データのデータベース化計画の概略を図4に示す。

(2) モンスーン循環活動に影響を及ぼすと考えられる広域の海面・地表温度、積雪分布、植生分布等の環境条件を広域衛星画像データから推定する手法を開発するため次のことを行う。

① NOAA-AVHRRのGACを用いて広域の植生、海面及び地表温度、雪氷分布、雲量を推定する手法を開発する。

② MOS-1/VTIR、MSRを用いて海面温度、水蒸気量等を推定する手法を開発する。

③ MOS-1/MESSR、Landsat-TMを用いて狭域の積雪域・氷河域の変動量及び降水量把握のための雲頂高度等の推定手法を開発する。

(3) (1),(2)で開発するデータベース及び各種環境条件の解析アルゴリズムを用いて、上述の各種環境条件を広域的かつ長期的に解析し、それらがモンスーン循環活動、特に降水量及び河川流量の変化に与える影響を解明する。

(4) 長期的なモンスーン循環活動の指標となる雪氷分布の年々及び季節内変動をヒマラヤ・チベット地域において詳細に解析する。

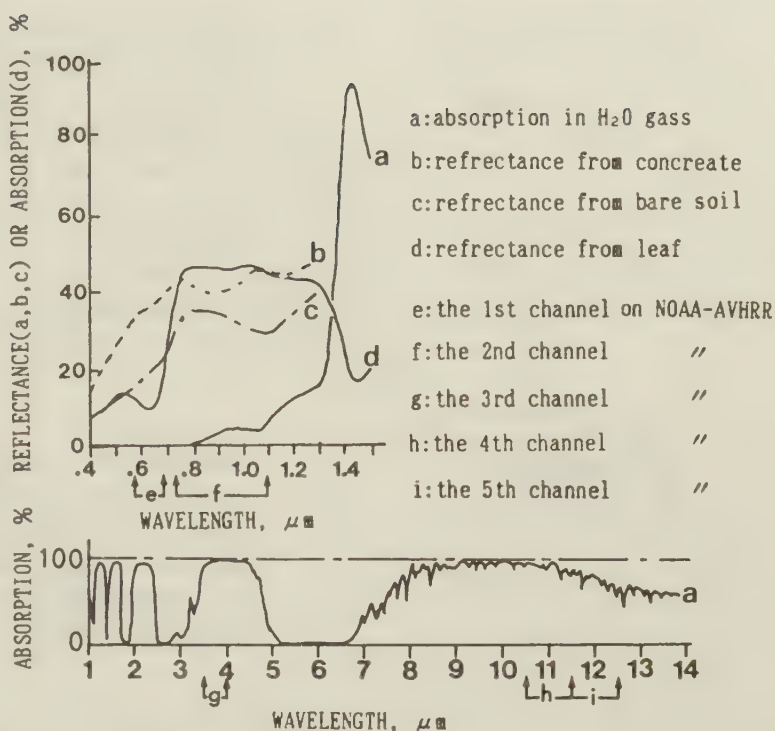


図2 NOAA-AVHRRの観測波長帯と大気中水蒸気の吸収率及び地被物からの反射率との関係(文献1より引用)

Fig.2 Changes of absorption in H_2O gass and reflectance from leaf, concrete and bare soil in the 0.4 to 15 μm wavelength region in which NOAA AVHRR 5 bands are indicated(from reference 1))

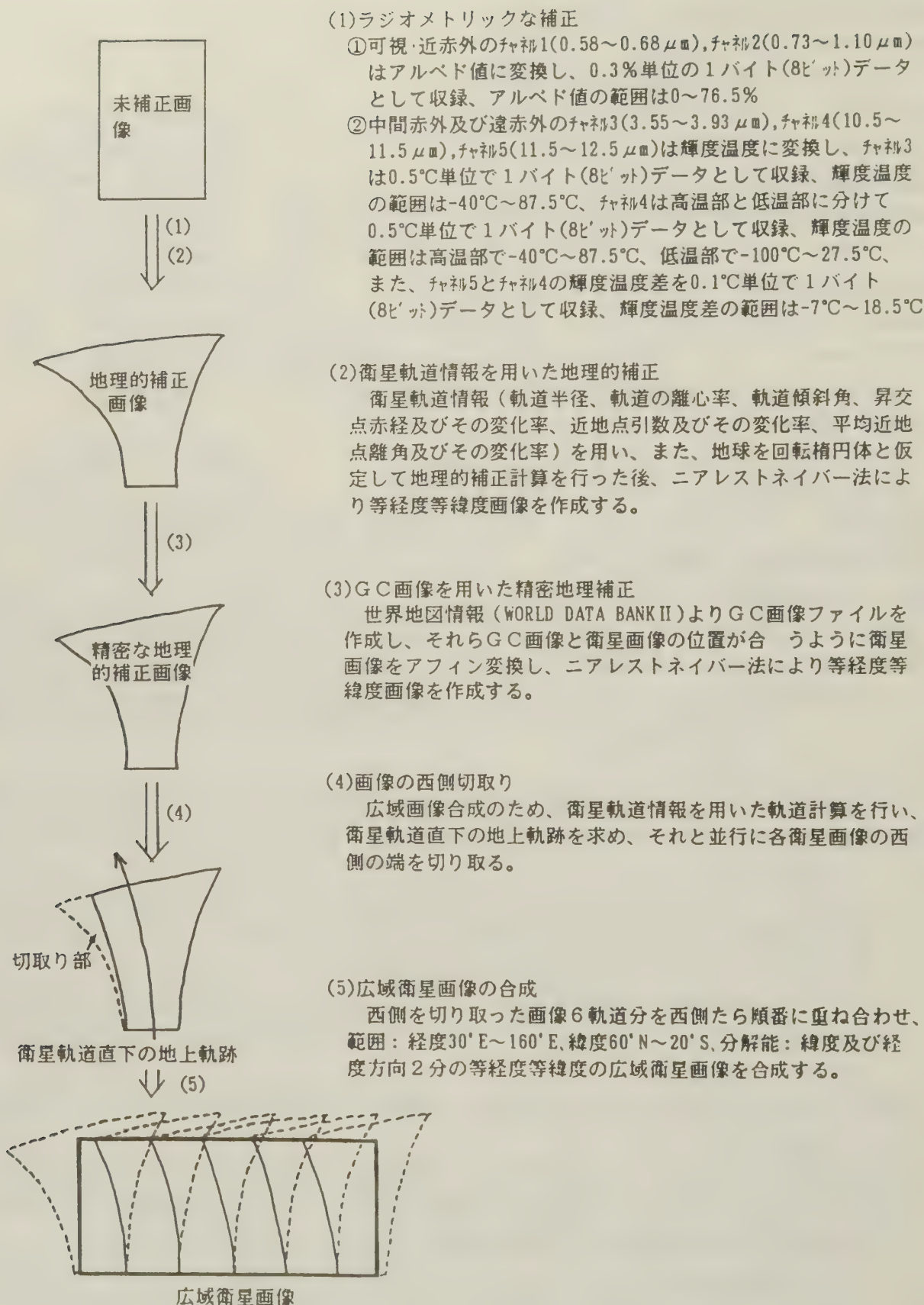


図3 広域衛星画像の作成フロー

Fig.3 Processing flow to compose a satellite mosaic image

3. 研究成果

本研究は初年度であり、主に衛星データの解析手法に重点を置き研究を行い以下の成果を得た。

(1)衛星データ(NOAA-AVHRRのGAC)を用いて広域の海面・地表面温度、雲分布、雪氷分布、植生分布等の各種環境条件を解析するため、衛星軌道データを用いた地理的補正及びG C画像を用いた精密な地理的補正を行うプログラムを開発し、当研究所の大型計算機(ACOS-830)及び画像処理装置(NEDIPS10)より衛星画像の地理的補正ができるようにした。図5に精密な地理補正を行うために作成したGCI's(Ground Control Images)の位置と画像例をしめしている。

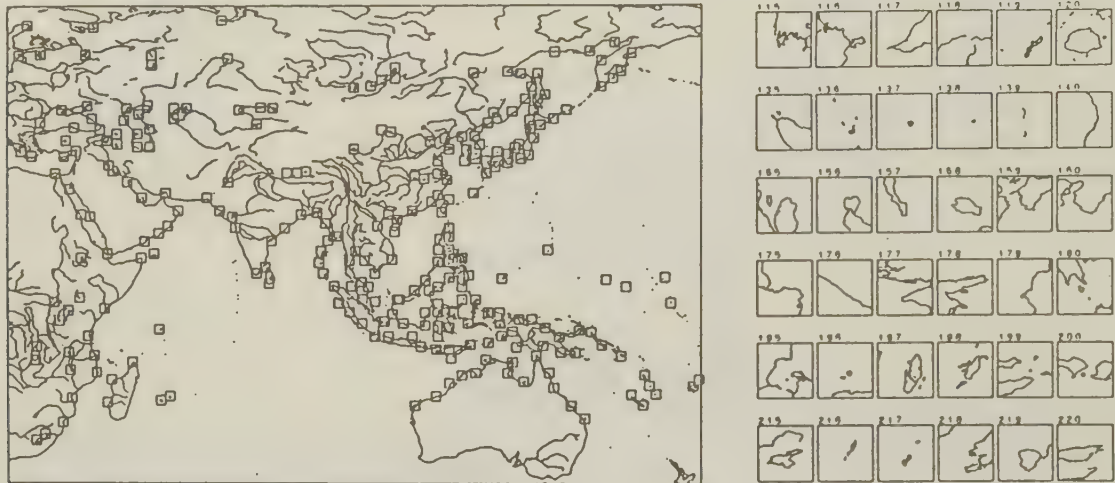


図5 G C画像の位置と画像例

Fig.5 Location and samples of GCI's

(2)アジアモンスーン地域は6軌道分のNOAA-AVHRRのGACデータによってその全域が観測されるため、精密な地理的補正を行った6軌道分のGAC画像をモザイク合成し、経度30°E~160°E及び緯度60°N~20°Sの領域を2分 X 2分の分解能で等経度等緯度図法により再配列して広域衛星画像を作成するプログラムの開発を行った。表1、図6に広域衛星画像の諸元と画像例を示している。

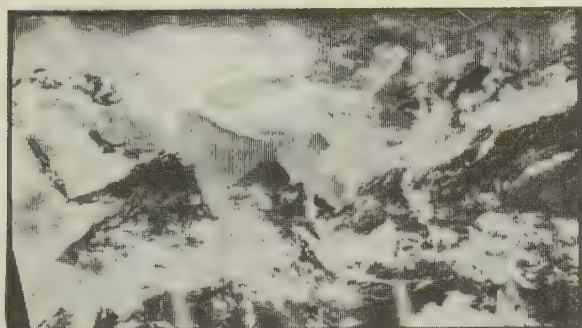
(3)広域衛星画像を画像処理装置に表示すると共に、その地理的位置を明確にするため、画像表示及び広域衛星画像と地形図を重ね合わせるプログラムの開発を行った。

(4)MOS-1/MESSRデータを用いて、ヒマラヤ山脈及びチベット中央部の代表的地域について詳細な雪及び氷河の解析を行い、氷河の表面に形成される堆積物の検出に成功した。この堆積物は気候の変動に伴って消長する氷河の性質を調べる貴重な資料となる。図7にヒマラヤのKhumbu(クンブ)氷河周辺において、氷河表面の堆積物を検出した事例を示している。

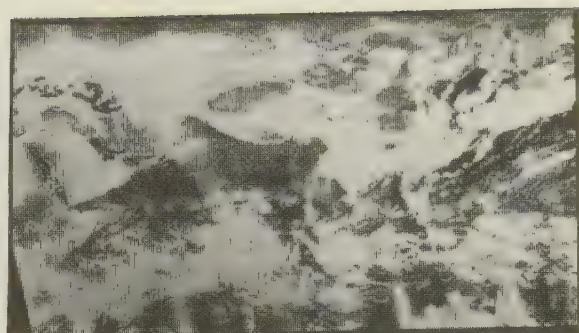
表1 広域衛星画像の諸元

Table 1 Contents of the satellite mosaic image covering the wide area

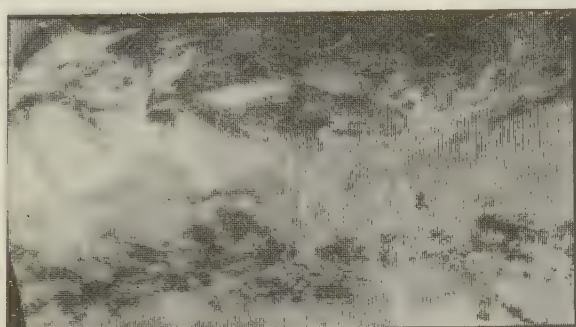
画像の領域	東経30° ~ 東経160°、北緯60° ~ 南緯20°
図法	等経度等緯度図法
地上分解能	緯度及び経度方向2分(約4 kmメッシュ)
データの種類	
BAND1: AVHRRのチャネル1(観測波長帯:0.58~0.68 μm)のアルベド値	
分解能:0.3%, 範囲:0%~76.5%	
BAND2: AVHRRのチャネル2(観測波長帯:0.73~1.10 μm)のアルベド値	
分解能:0.3%, 範囲:0%~76.5%	
BAND3: AVHRRのチャネル3(観測波長帯:3.55~3.93 μm)の輝度温度値	
分解能:0.5°C, 範囲:-40°C~87.5°C	
BAND4: AVHRRのチャネル4(観測波長帯:10.5~11.5 μm)の高温部の輝度温度値	
分解能:0.5°C, 範囲:-40°C~87.5°C	
BAND5: AVHRRのチャネル4の低温部の輝度温度値	
分解能:0.5°C, 範囲:-100°C~27.5°C	
BAND6: AVHRRのチャネル5(観測波長帯:11.5~12.5 μm)とチャネル4の輝度温度差	
分解能:0.1°C, 範囲:-7°C~18.5°C	



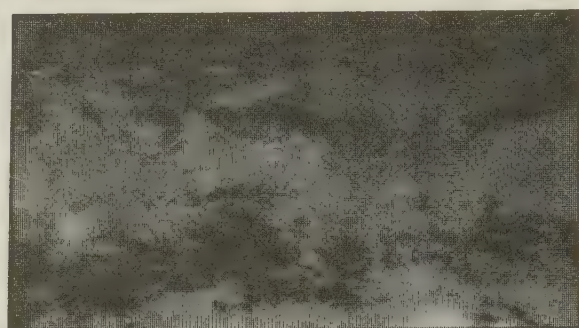
Albedo image of the 1st channel
on NOAA AVHRR



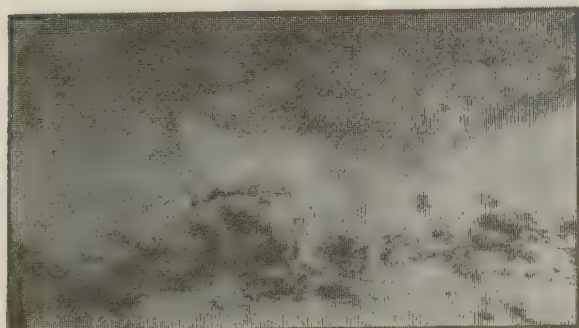
Albedo image of the 2nd channel
on NOAA AVHRR



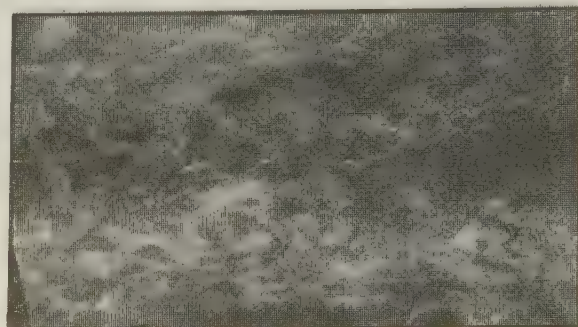
Brightness temperature image of
the 3rd channel on NOAA AVHRR



Brightness temperature image in
the high temperature part of 4th
channel on NOAA AVHRR



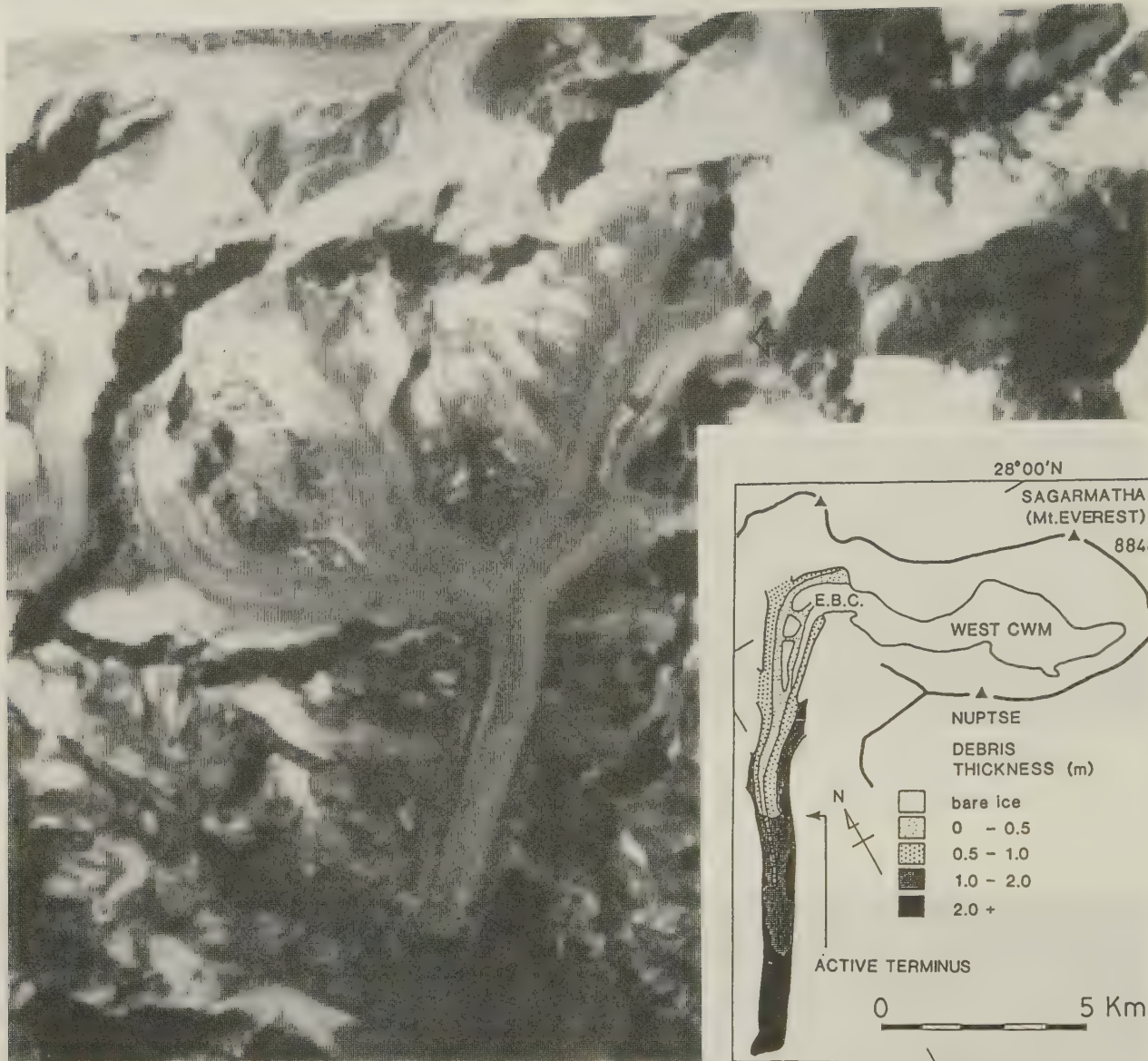
Brightness temperature image in
the low temperature part of 4th
channel on NOAA AVHRR



Difference image of the brightness
temperature between 5th channel
and 4th on NOAA AVHRR

図6 広域衛星画像

Fig.6 Satellite mosaic images covering the wide area, which are
composed of NOAA AVHRR images taken at Jan. 1st, 1989



MESSR Band 2 image showing snow and ice, especially Khumbu Glacier, around Mt. Everest, which was taken at Feb. 16th, 1989

The map shows the thickness of the debris on Khumbu Glacier (after Watanabe et al. (1980))

図7 MOS-1・MESSRにより検出したクンブ氷河周辺の表面堆積物及びそれら堆積物の厚さ図

Fig.7 Distribution of debris in the ablation area of Khumbu Glacier in Himarayas indicated in MOS-1 MESSR Band 2 image and the thickness map of the debris

4. 考 察

アジアモンスーン地域の広域の環境条件を衛星データから解析するため、初年度は主に当研究所の大型計算機及び画像解析装置上で稼動する衛星データの解析プログラムの開発を行った。このプログラムの開発により、NOAA-AVHRRのラジオメトリックな補正、衛星軌道情報を用いた地理的補正、多くのGC画像を用いた精密な地理的補正、広域衛星画像のモザイク合成、広域衛星画像と地形図との重ね合わせ及び表示等々の衛星画像の処理を行うことが可能となった。今後に残された問題としては、現在1つの広域衛星画像を作るのに少なくとも3日を要するので、個々に開発したプログラム的高速化を図ると共に、それらを総合して、画像処理の一層の高速化・半自動化を図りたいと考えている。また、このプログラムを使用し、広域の衛星画像を年間を通じて作成し、それらを光ディスク装置に格納した後、各種環境条件の解析を実施したいと考えている。ヒマラヤ・チベット地域の雪氷変動の解析については、氷河の性状や移動量に関連した表面堆積物の検出に注目して衛星解析を行うと共に、現地調査結果との照合も行っており、今後この手法を用いて同地域の氷河の動態等について詳しい解析を行いたいと考えている。

5. 引用文献

- (1)AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY:MANUAL OF REMOTE SENSING(1975)、
- (2)孫・高木:楕円体モデルを用いたNOAA衛星画像の幾何学的歪補正法,第17回画像工学コンファレンス(1986)
- (3)Y.Tozawa etc al: SST ESTIMATION BY NOAA AVHRR and ITS APPLI-CATION TO OCEANIC FRONT EXTRACTION, Tokyo Scientific Center IBM Japan(1981)
- (4)Watanabe.O.,Fushimi.H.,Inoue.J.,Iwata.S.,Ikegami.K.,Tanaka.Y.,Yoshida.M. and Upadhyay.B.P.:Outline of debris covered project in Khumbu Glacier, Seppyo.41 Special Issue, pp5-8(1990)

6. 成果の発表

- (1)中尾・諸星・植原:MOS-1データによるクンプ氷河の表面状態の解析,1990年度雪氷学会(1990)
- (2)中根・矢崎・幾志・植原:NOAA-AVHRRの広域画像処理II-画像合成,第16回リモートセンシングシンポジウム資料(1990)
- (3)矢崎・中根・幾志・植原:NOAA-AVHRRの広域画像処理I-地理変換および地図投影,第16回リモートセンシングシンポジウム資料(1990)

1. 大気を媒体とした海陸相互作用及び長周期変動に関する観測・解析研究
Study on Air-Sea-Land Interactions and their Long Term Variations
3. 衛星データの解析研究
Analysis of Satellite Data
- (2) 大規模大気・海洋変動に関する解析研究
Analysis of Large-Scale Atmosphere/Ocean Variations

気象庁 気象研究所

村上 勝人、井上 豊志郎、山崎 信雄、中澤 哲夫

岡村 博文、高橋 清利、佐々木 秀行

Meteorological Research Institute,

Japan Meteorological Agency

M. Murakami, T. Inoue, N. Yamazaki, T. Nakazawa,

H. Okamura, K. Takahashi, H. Sasaki

(Abstract)

This study aims at revealing the large-scale cloudiness changes over the Indian Ocean and western Pacific by the use of satellite data. The relationship between the monsoonal activity, sea surface temperature and the convective cloudiness is also investigated by the use of split window data on board NOAA satellite. The characteristic features of the large-scale circulation changes are examined by the use of upper-air observations.

The combined INSAT/GMS data has revealed a close relationship of the intra-seasonal variations over the western Pacific and the Indian Ocean. The analysis of the split window data has shown characteristic distributions of the sea surface temperature and the convective cloudiness in June 1986, which precedes the recent El Nino event. The dynamical analysis of the large-scale circulation changes associated with the intraseasonal variation of the subtropical anticyclone over the western Pacific has shown the importance of the diabatic heating over the southern area, while the advective effect plays an important role in the northern area.

1. 研究目的

本研究においてはまず衛星資料を用いたインド洋から西太平洋に及ぶ領域での大規模雲域変動の実態把握を目的とする。また Split Window ($11\mu\text{m}$ および $12\mu\text{m}$) データを用い、降雨に密接に関係する積雲系の雲を判別・抽出し、モンスーン域での対流活動を評価するとともに、海面水温を算定し、モンスーン活動との対応を調べる。更に高層観測資料を用いて、太平洋高気圧の季節内変動と対流活動との関連等の大規模大気変動の特性を明らかにする。

2. 研究方法

インド洋から西太平洋に及ぶ領域での大規模雲域変動の実態把握のため、INSAT衛星画像資料について、北緯50度から南緯50度、東経20度から東経130度の領域で数値化を行った。この資料とGMS衛星数値資料とを結合し、1985年8月から1986年7月の期間について大規模雲域変動の解析を行なった。また積雲系の雲を判別・抽出するために極軌道衛星NOAAに搭載されている高分解能放射計(AVHRR)の第4($11\mu\text{m}$) および第5($12\mu\text{m}$) チャンネルデータを用いた。晴天の海洋域ではアメリカ大気海洋庁で用いられている方式により海面温度を算出した。また、雲域については $11\mu\text{m}$ と $12\mu\text{m}$ での輝度温度差から積雲系の雲か巻雲系の雲かを判別し、ここでは積雲系の雲の情報から対流活動を評価した。1986年6月21日から30日までの10日間で、領域は 40°N - 40°S 、 40°E - 140°E について解析した。また大規模大気変動については、1979年5月

から7月の期間について再解析されたF G G E III bデータを用いて、季節内変動の解析的な調査を行なった。

3. 研究成果

インド洋及び西太平洋赤道域の雲域変動を調べるために、INSAT・GMS結合資料から北緯5度～南緯5度、東経20度～130度の領域を切り出し緯度平均し、経度-時間断面図を作成した。図1にその様相を示す。東経92度より西側の状況はINSATにより観測されたもの、東側はGMSにより観測された状況であるが、雲量の多い領域で両者が良く対応していることが確認でき、さらに季節内変動での対応も認められる。なおインドネシア諸島域で定常的に発生している雲の領域には季節変動があり、冬季は東部に夏季は西部にその領域は移動している。

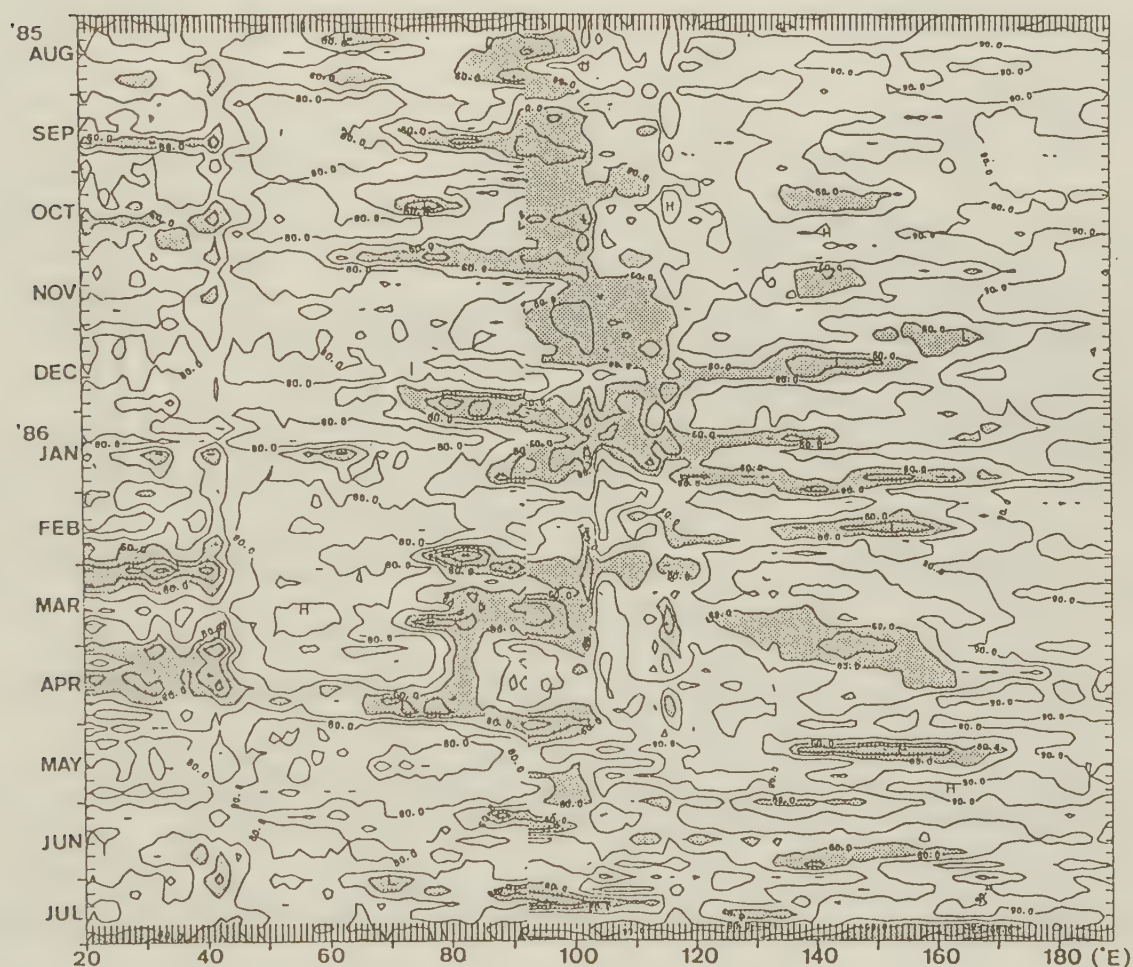


図1 INSAT・GMS結合資料による北緯5度～南緯5度で平均された雲輝度(0～100)変動の経度-時間分布。陰影部は輝度60以下の領域。

FIG.1 Longitude-time section of the cloud brightness averaged between 5N and 5S. Shaded area denotes the values less than 60.

インド洋における海面水温を調べるため Split Windowデータから算出した緯・経度2度ごとの平均海面水温を図2に示す。数字は海面水温を摂氏で表わした時の1位の数値を示している。細い数字は10°台を示す。したがって、8は28.0°C-28.9°Cを、細い8は18.0-18.9°C、太い0は30.0-30.9°Cの海面水温を表わす。29°Cの高海面水温域は90°Eの東側で6°Sの北側に広く見られる。また、この高海面水温域からほぼ赤道に沿って70°Eまで帯状の高海面水温域が見られる。一方、低海面水温域は冬半球で見られ、ほぼ緯度帯に沿って高緯度ほど海面水温は低くなっている。海面水温の絶対値および分布は気候値とほぼ類似しているが、特徴的なことは、アラビア海で24°C以下の海面水温がソマリ海流に対応して表れ、気候値よりも低めである。また、ベンガル湾でも湾奥で海面水温は低めである。

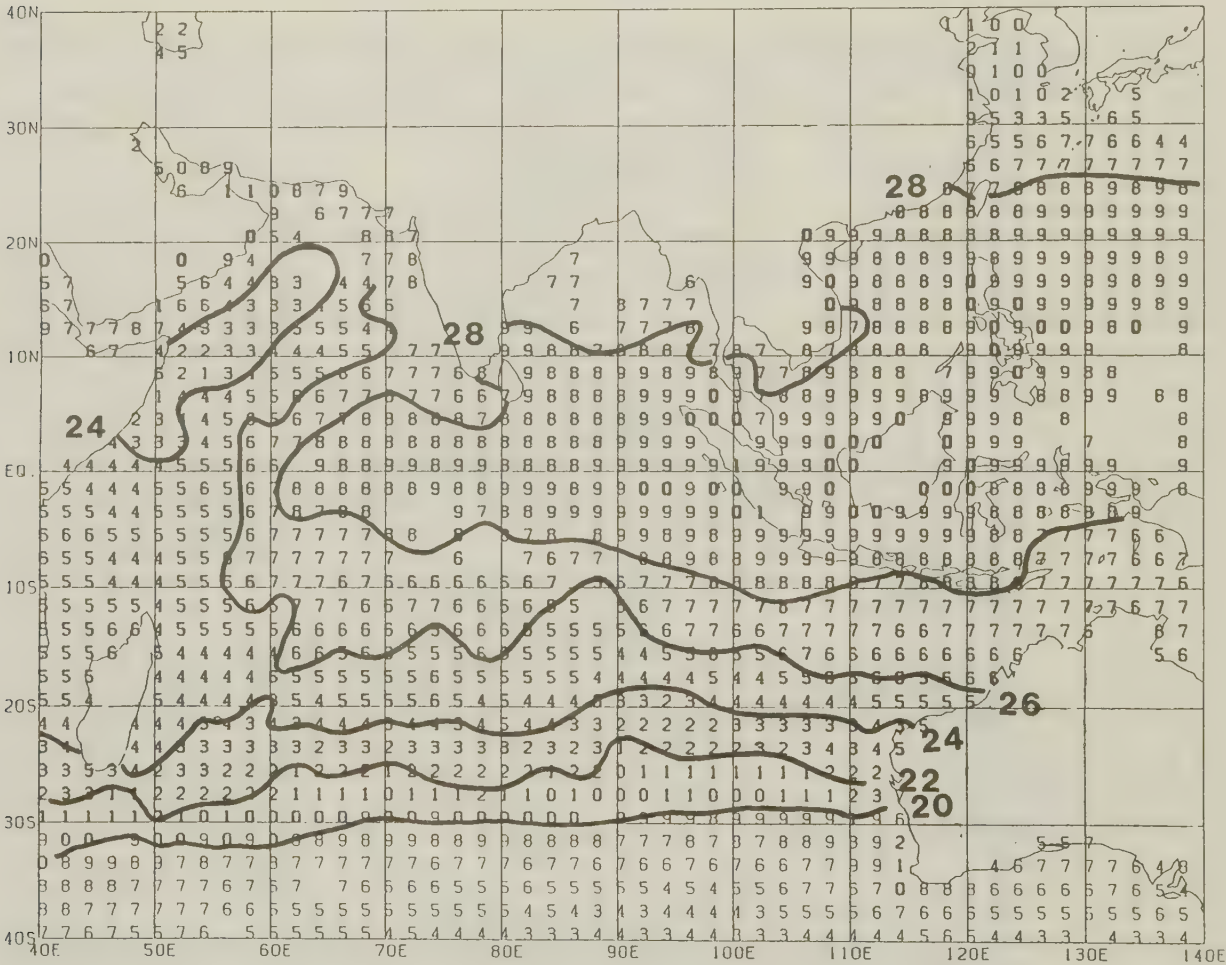


図2 10日平均(1986年6月21-30日)海面温度分布図。数字は摂氏での1位の値を示す。

FIG. 2 10-day mean (June 21-30, 1986) sea surface temperature

図3に緯・経度2°ごとの積雲系雲の日々の最低温度の10日平均を示す。数字は輝度温度を絶対温度で表わした時の10位の数値を示す。5は250~259Kを7は270~279Kの輝度温度を示す。230K以下の低温域(背の高い積乱雲の発生しやすかった領域)には影をほどこしてある。特に活発な対流活動域は海面水温の高い赤道よりやや南の75°E-100°Eに見られる帯状域およびマレー半島からフィリッピンを含む西太平洋域に分布している。またインド南部、ベンガル湾および中国大陸南部にも活発な対流活動が見られる。また、南半球の高緯度側に中緯度の前線帯に伴う比較的積雲系雲の輝度温度の低い領域が見られる。特にオーストラリア大陸中央部での積雲系輝度温度が比較的低温である。一方、マスカレン高気圧に対応した20°Sに沿った帯状域や海面水温の低いソマリ半島沖では活発な対流活動は見られない。



図3 10日平均積雲最低輝度温度。数字は絶対温度での10位の値を示す。

FIG. 3 10-day mean minimum brightness temperature of cumulus-type clouds. Values colder than 230K are shaded.

FGGEⅢbデータを用いた大規模大気変動についての解析は、高度場の季節内変動の占める割合の大きい所は、下層の850mbでは日本の南方海上(23°N 133°Eから38°N 158°E付近)、上層の200mbでは日本付近(30°N 133°Eから45°N 158°E付近)となっていることを示した。そこでこの2つの領域で渦位、非断熱加熱、渦位方程式の各項につき、30日-60日のフィルターをかけて、時間-高度断面図を調べた。

南の領域では図4から分かるように、渦位の変動は350mb付近を節として上下逆位相に近い。非断熱加熱はきれいな30-60日振動を示し、正(負)の加熱の時に、下層の渦位も正(負)となっている。渦位方程式の各項を下層でみると、特に775mb以下では非断熱加熱に起因する項が一番値が大きく、平均場による移流項じょう乱による移流項、短周期じょう乱による非線形項の3つの項とバランスしている。また非断熱加熱項は渦位よりも45°程度位相が先行している。

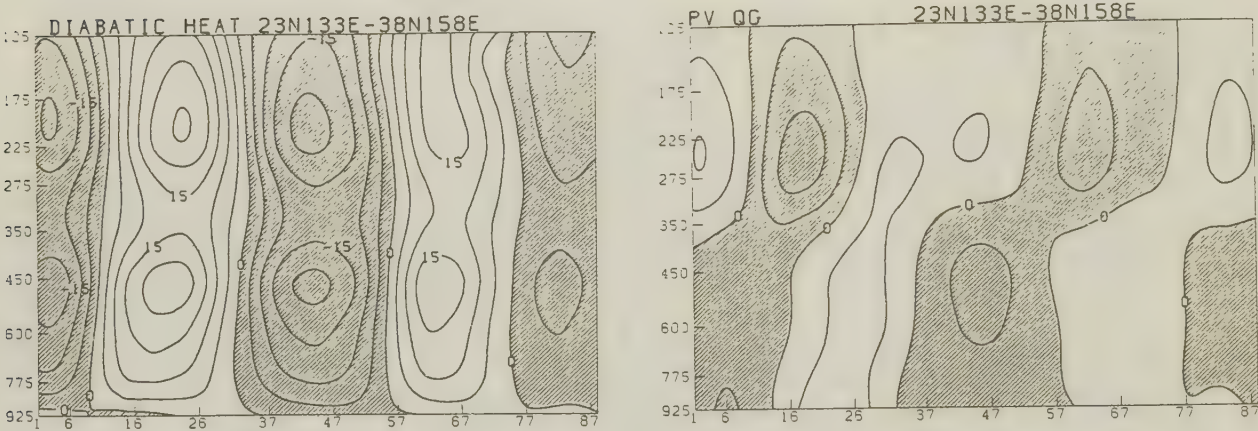


図4 23°N 133°Eから38°N 158°Eで領域平均し、30日-60日のバンドパスフィルターをかけた非断熱加熱量(左)と渦位(右)
 (左)の等値線は $5 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ でひかれ、斜線域は非断熱冷却偏差を示す。
 (右)の等値線は $10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ でひかれ、斜線域は負偏差を示す。

FIG. 4 Time-height cross sections of 30-60 day filtered diabatic heating (left) and potential vorticity (right) averaged over a band region from (23°N, 133°E). Contour interval for (left) is $5 \times 10^{-5} \text{ m}^2$ and shaded regions show diabatic cooling anomaly. Contour interval for (right) is 10^{-5} s^{-1} and shaded regions show negative anomaly.

これらのことから、南の領域での下層の渦位、したがって高度場の季節内変動は平均場との相互作用はあまりきかず、その場所における非断熱加熱の変動が重要である。

北の領域では渦位は上層下層ほとんど同位相で変動する(図5)。非断熱加熱は、南の領域ほどきれいな30日-60日振動を示さないし、値も小さい。渦位との対応もよくない。

一方、大規模大気変動の解析における渦位方程式の各項を上層でみると、平均場による移流項とじょう乱による移流項の値が大きく、互いに逆位相である。平均場による移流項は渦位の変動より位相がやや先行している。これらのことから、北の領域の上層では非断熱に由来する項は重要ではなく、平均場による移流項などの平均場と30日-60日振動成分の相互作用が渦位の変動に重要な役割をもっている。

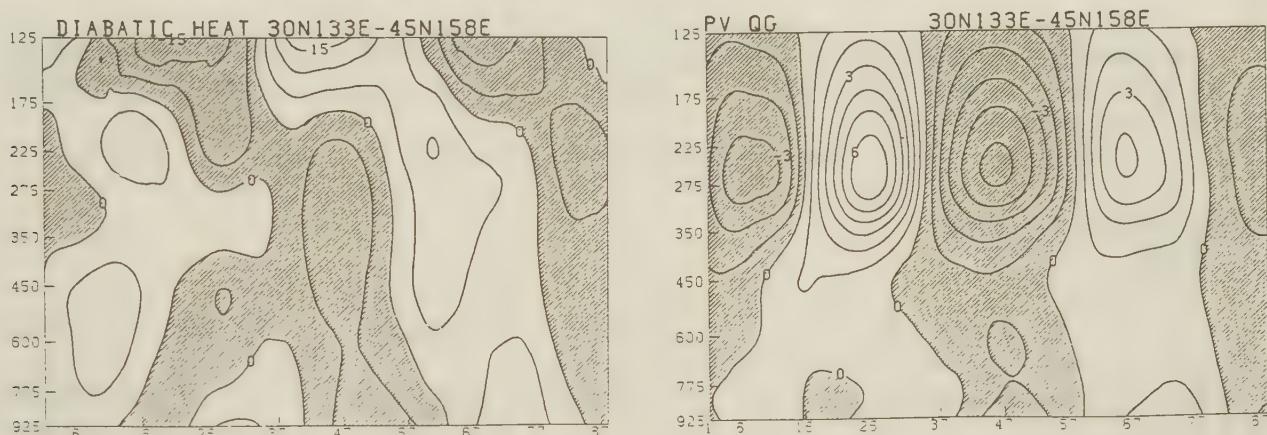


図5 130°N 133°Eから38°N 158°Eで領域平均されている以外は図4と同じ

FIG. 5 The same as FIG. 4 except averaged over a band region from (39N, 133E) to (38N, 158E).

4. 考察

INSAT・GMS結合資料の解析によれば、エルニーニョの発生に先立つ1985/86年の冬季から、雲量の季節内変動はインド洋から西太平洋にかけて卓越してきた。そして冬季に西太平洋で季節内変動周期で発生していた雲とインドネシア諸島上の雲域とが明瞭に結合していたことに特徴がみられた。この時期は、インド洋での雲量変動に季節内変動の強化およびその東進が起こっていた時期でもあり、さらに強い振幅域が東部へひとつ派生していた時期でもあった。結合資料にみられた季節内変動での結合状況に関しては、周期帯成分の解析から、エルニーニョ発生前の冬季、季節内変動成分がインド洋と西太平洋の間で同時期に強くなっていること、またじょう乱のいくつかはインド洋から西太平洋にかけて東進しているものも確認できた。この結果は、同時期のインド洋と西太平洋とで季節内変動の強い対応があったことを示唆している。

1986年のモンスーンは不活発でインド、東南アジアでは1985年に引き続き降水量は平年を下回った。一方、オーストラリア中央部では平年の4~5倍の降水量があったことが報告されている。また日本では平年より1週間遅れで6月の中旬には大部分の地方で梅雨入りし、今回の解析期間中には九州や中国地方で大雨が続いた。

アラビア海の海面温度高低とインドにおける降水量の多少について解析や大気大循環モデルでの議論がなされてきている。今回の海面温度の解析ではアラビア海の広い範囲で低海面温度域が解析されている。Shukla(1975)は大気大循環モデルで、このような条件下ではインドでの降水量が少ないことを示した。インドでの降水量の多少はアラビア海の海面温度のみで決まるわけではないが、アラビア海での船舶による海面温度の観測は少なく、衛星による海面温度算出が新しいデータを付加しており、今後の解析に生かして行きたい。また、図3に示された積雲系雲の輝度温度分布図から、オーストラリアの砂漠地帯での平年以上の降水量や日本付近における梅雨による大雨が示唆される。

5. 研究成果の発表

①学協会誌における発表

1) 国内誌

発 表 項 目	発表者	発表年月	発表機関	掲載刊行物
Dynamics of Super Cloud Clusters, westerly Wind Bursts, 30-60 Day Oscillations and ENSO: An Unified View	中沢哲夫 K. M. Lau L. Peng C. H. Sui	元年 4月	日本気象学会	気象集誌 67巻 2号
An Intraseasonal Amplitude Modulation of the Short-term Tropical Disturbances over the western Pacific	山崎信雄 村上勝人	元年10月	日本気象学会	気象集誌 67巻 5号

②学協会誌以外の誌上発表

1) 国内誌

発 表 項 目	発表者	発表年月	発表機関	掲載刊行物
熱帯Super Cloud Cluster (S C C) と ENSO	中沢哲夫	元年 8月		月刊海洋 21巻 8号

③口頭発表

発 表 項 目	発表者	発表年月	発表機関	掲載刊行物
スーパークラスタの2つのモード	中沢哲夫	元年 5月	日本気象学会	1989年春季大会 講演予稿集
梅雨前線の構造及び大規模場との相互作用の解析	山崎信雄 T. C. Chen	元年 5月	日本気象学会	1989年春季大会 講演予稿集
Tropical Cyclogenesis and Super Cluster	中沢哲夫	元年10月	科学技術庁	J A P A C S 国際シンポジウム講演集
太平洋高気圧の強さの季節内変動	山崎信雄	元年11月	日本気象学会	1989年秋季大会 講演予稿集
スーパークラスタに関連した熱帯低気圧の発生	中沢哲夫	元年11月	日本気象学会	1989年秋季大会 講演予稿集
Split Windowによる雲型分類	井上豊志郎	元年12月	NOAA衛星 データ解析処理ワークショップ	

③口頭発表（続き）

発 表 項 目	発表者	発表年月	発表機関	掲載刊行物
気象衛星データの処理と利用	井上豊志郎	元年12月	リモートセンシング学会	
Application of Split Window Data to Rainfall Estimation	井上豊志郎	2年 1月	第1回TRMMシンポジウム	同左報告集
Large-scale Feature of Tropical Convection --Coherent Hierarchical Structure--	中沢哲夫	2年 1月	第1回TRMMシンポジウム	同左報告集

I. 大気を媒体とした海陸相互作用及び長周期変動に関する観測・解析研究

Study on Air-Sea-Land Interactions and the Long Term Variations

4. 地域水収支に関する解析研究

Analytical Study on Water Balance for Representative River Basins in Asia

科学技術庁防災科学技術研究所
岸井 徳雄

National Research Institute for
Earth Science and Disaster Prevention,
Science and Technology Agency
T.Kishii

(Abstract) The change of Asia monsoon cycle have an effect on the regional water balance of short and long periods. Flood and drought are caused by anomalous water balance.

Purpose of this study is to formulate relationships between rainfall ,run-off and evapotranspiration which are three elements of water balance in the representative river basins in Asia. The water balance is affected by not only hydrometeorological but also surface conditions of river basins. So satellite images are to be used for classifying land covers.

This report in 1989 fiscal year consists of collections of monthly precipitation data and analysis of distributions of monthly precipitation. These data include hydrometeorological data such as precipitation, air temperature, relative humidity and wind velocity etc. through Japan Meteorological Agency from 1982 to 1988.

Distribution of monthly precipitation, the one of important elements for water balance and yearly precipitation changes in China are analyzed. Especially, in 1982 large amount of decrease of precipitation occurred over in the western China. El Nino were very active in that year and perhaps seemed to play significant role to the event. El Nino also occurred in 1987. But the activity was weaker than that of in 1982. However, remarkable changes of precipitation amount did not appear. So this fact seems to indicate that the weak El Nino phenomena brought less effect on the precipitation amount.

1. 研究目的

本研究は、アジアモンスーン地域における水の動態を明らかにするため、同地域の水収支、即ち、降水、流出及び蒸発散等の関係を明らかにすることにある。

これら水収支の要素の内、流域における入力として降水は重要である。そこで、本報告では、アジアモンスーン地域の水収支の概略を知るための第一歩として中国における降水量の分布を解析する。また、解析期間中の1982年は、エルニーニョの活動が非常に活発な年であり降水量の分布も平年と異なると推定される。

2. 研究方法

本報告で用いた降水資料は、世界気象資料（気象庁）の1982～1988年の月降水量である。本資料は、日単位の降水量を月集計して月降水量として発行されているものである。観測地点数は、世界全体で2269地点であり、そのうち本報告で解析対象とした中国国内では、188地点である。この観測地点の分布は、図1に示すように中国（国境を図中、点線で示す）の西部地域のチベット高原では、ほとんど空白域となっており、その北側のタクラマカン砂漠では、その密度は低い。

本報告では、1982～1988年の7年間の内、雨期の代表月として7月を選び、この月の降水量の各年毎の地域分布を示す。本資料には、当該月の観測日数が掲載されており、欠測日の無い観測地点の月降水量のみを用いた。また、7月という多雨期の降水の分布を特徴付けるため50mm及び100mmの等雨量線を利用して少雨域の変動を調べる。

3. 研究成果

各年における降水量の分布を以下に述べる。また、図2～図8に50mm及び100mm等の等雨量線を示す。これらの図中のアルファベットは、主要都市を表わしそれぞれ次のようである。A：ハルビン、B：瀋陽、C：北京、D：上海、E：南京、F：武漢、G：西安、H：蘭州、I：重慶、J：昆明、K：ラサ、L：ウルムチ

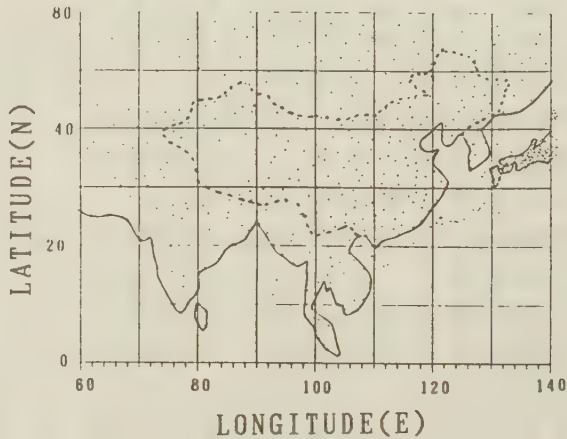


図1. 中国の降水量観測地点（点線内）
FIG.1 Precipitation observation station in China (inside of dotted line)

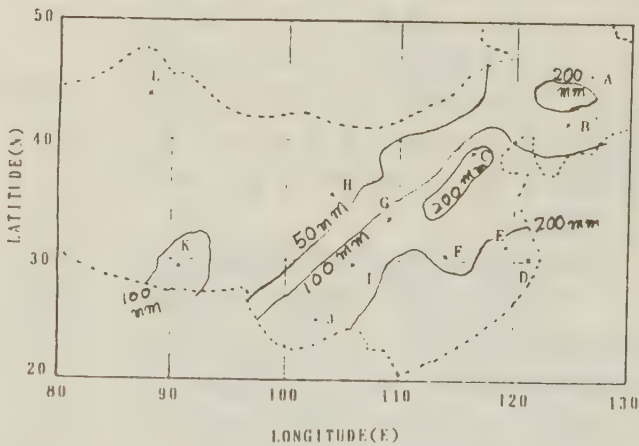


図2. 1982年7月の降水量分布
FIG.2 Precipitation distribution (July, 1982)

(1)1982年7月の降水量分布 (図2)

50mmの等雨量線は、(30度N、100度E)から蘭州、西安間を通り(40度N、110度E)に至る。この等雨量線より西側では、月雨量数mmから20mmの地点がほとんどである。例えば、タクラマカン砂漠の北側にあるウルムチでは、13mm、その他の地点で7mm~17mmであり、中国の西側の広い範囲にわたって50mm以下の少雨域が広がっている。その中でラサの周辺のみは、100mm以上の比較的雨の多い地域となっている。

100mmの等雨量線は、ほぼ50mmの等雨量線と平行しており、南側に行くに従って降水量は増加する。

1982年は、エルニーニョの活動の活発な年であり、インド北部において6~9月の降水量の減少があることが報告されている(気象庁, 1989)。中国の西域における広範囲の少雨域の発現もこのその影響の結果とも考えられる。

(2)1983年7月の降水量分布 (図3)

50mmの等雨量線は、中国の南西から北東に向かって延びる。南西端の等雨量線は、1982年7月に比べて西へ寄っている。この等雨量線は、90度E付近のラサを通り、さらに、蘭州の北、北京の南を通りその後北上する。この等雨量線の100度E以西の地域は、降水量は、数mmであり最大値においても22mmにすぎない。また、北京付近では、1982年7月より降水量は少ない。

100mmの等雨量線は、昆明の西を通り、西安付近及び北京の南を通り瀋陽の南に達する。また、50mmと100mmの等雨量線に挟まれた地域で蘭州の南西には、月降水量100mm以上の多雨域(最大185mm)がある。

(3)1984年7月の降水量分布 (図4)

50mmの等雨量線は、ラサ、蘭州及び北京の北方を通り、120度E付近で

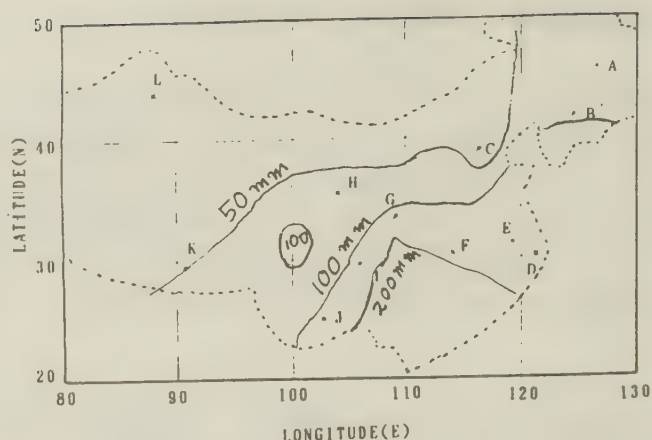


図3. 1983年7月の降水量分布
FIG.3 Precipitation distribution
(July, 1983)

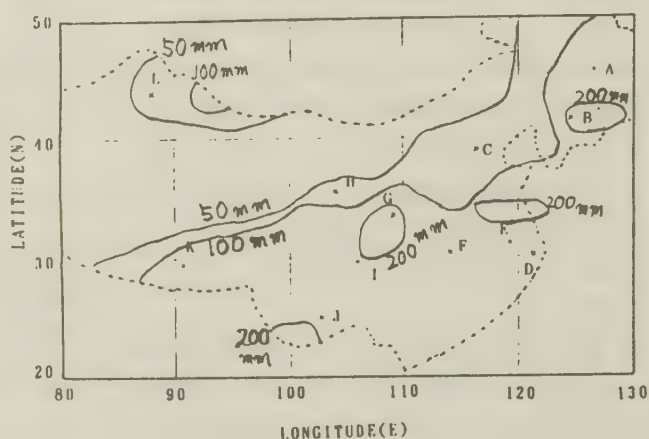


図4. 1984年7月の降水量分布
FIG.4 Precipitation distribution
(July, 1984)

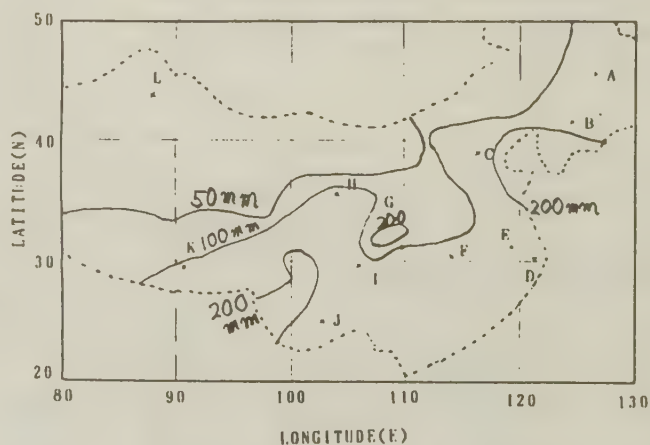


図5. 1985年7月の降水量分布
FIG.5 Precipitation distribution
(July, 1985)

北上する。 100mmの等雨量線も50mmの等雨量線とほぼ平行してその南側を通過しており、両等雨量線は、東西方向へ走行している。このことは、1982年7月、1983年7月の50mmの等雨量線が南西から北東へと向かっていったのにくらべ顕著な変動を示している。 そのほかの特徴としては、ウルムチ周辺は、かなりの多雨域（最大127mm）となっている。さらに、ラサ～蘭州間には、細長い帯状に延びる多雨域（200mm以上）がある。また、西安及び南京と北京の中間付近には、200mm以上の多雨域がある。

(4)1985年7月の降水量分布（図5）
50mmの等雨量線は、全体的には、東西方向に延びており、中国西方の（35度N、80度E）から蘭州の北を東に向かって110度E付近で北上する。

100mmの等雨量線は、ラサ付近から北東へ進み、蘭州の北を通りその後、西安付近で南下し武漢の北で再び北上し、40度Nを越えると東方へ向い125度N付近で北へ向かう。

(5)1986年7月の降水量分布（図6）
50mmの等雨量線のおおよその傾向は、1984年7月及び1985年7月と同様である。しかし、細部においては、50mmの等雨量線の北へ向かう位置は、115度付近であり、前年に比べ東へ寄っている。その結果、蘭州～北京の間には、かなり広い範囲で50mm以下の少雨域がある。

(6)1987年7月の降水量分布（図7）
50mmの少雨域は、35度Nより北側で80度Eから110度Eにかけて広がっている。
この少雨域においてもウルムチ周

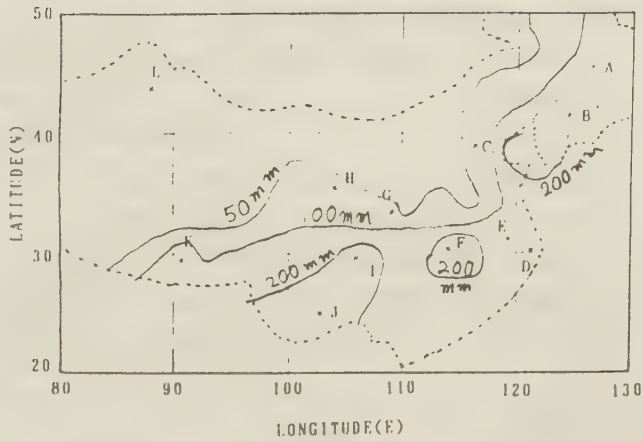


図6. 1986年7月の降水量分布
FIG.6 Precipitation distribution (July,1986)

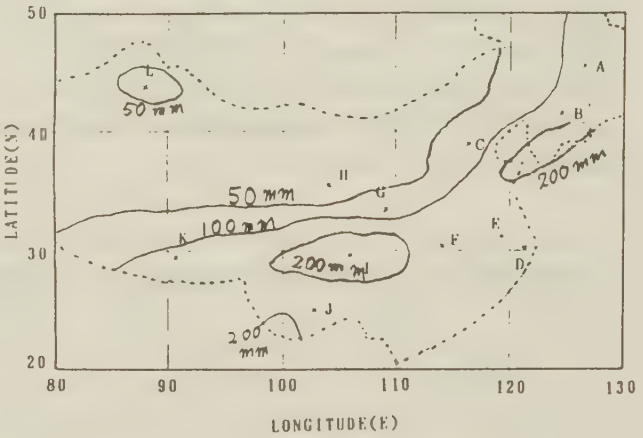


図7. 1987年7月の降水量分布
FIG.7 Precipitation distribution (July,1987)

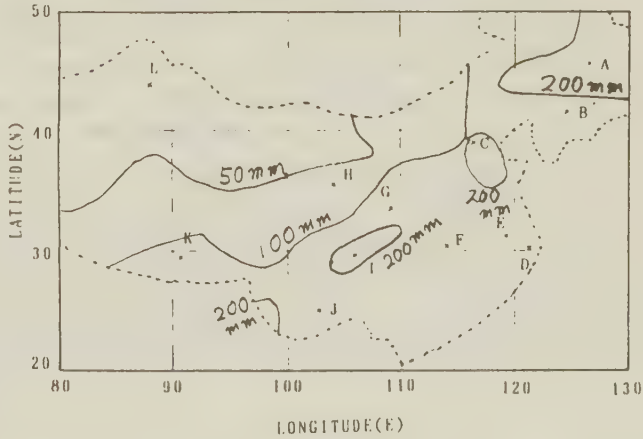


図8. 1988年7月の降水量分布
FIG.8 Precipitation distribution (July,1988)

辺は、比較的降水量が多い。

100mmの等雨量線もほぼ50mmの等雨量線に平行している。

多雨域としては、ラサ周辺、重慶を含む東西の広い範囲に多雨域がある。

(7)1988年7月の降水量分布（図8）

50mmの等雨量線は、1982年以後最も北上しており、少雨域の範囲は少なく、37度N以北、107度E以西に限られている。

100mmの等雨量線もほぼ50mmの等雨量線と平行している。多雨域としては、重慶、北京及びハルビン周辺に200mm以上の地域がある。

4. 考察

本報告では、中国における1982年から1988年までの7年間の雨期の7月の月降水量の分布を解析した。その結果、1982年及び1983年においては、50mm以下の少雨域は、中国の西域の広い範囲に及び、とくに1982年において著しかった。

また、一般的には、中国の西域は降水量が少ないがウルムチ及びラサ周辺のみは、比較的降水量が多い。

一方、1982年～1983年にかけて、エルニーニョの発達した時期であり、とくに1982年においては、その活動が活発であった。

前述の中国における少雨域の拡大は、エルニーニョの活動の活発な時期と一致しているが、両者を関連を確実にするためには、さらに詳細な解析を行なう必要がある。

5. 引用文献

- 1)気象庁；近年における世界の異常気象と気候変動－その実態と見通し－（Ⅳ）
，198-259，（1989）

I. 大気を媒体とした海陸相互作用及び長期変動に関する観測・解析研究
Study on Air-Sea-Land Interactions and their Long Term
Variations

5. 大気・海洋・陸面間の相互作用に関する解析的研究

Analytical study on Air-Sea-Land Interactions

(1) モンスーン降水系の解析

Analysis of Precipitation Systems in Asian Monsoon Region

気象庁気象研究所

田中実

Meteorological Research Institute

Japan Meteorological Agency

M.Tanaka

(Abstract) The purposes of this study are: Collect rainfall, surface, upper air, GMS and other data. Analyze precipitation systems in Asian monsoon region. Create visual database of precipitation system using the personal computer and video.

The data for this study are collected from published and exchanged materials with emphasis on rainfall and GMS data. During first year of this study, monthly data from 1964 to 1989 were obtained from Monthly Climatic Data for the World published from NOAA. This data contain rainfall, surface and upper air data. The GMS data consist of 5-day mean high cloud amount from 1978 to 1989.

Using these data following analysis were carried out:

(1) Using 5-day mean GMS data, onset of summer monsoon in Southeast Asia from 1979 to 1989 were analyzed.

(2) Visual database of 5-day mean high cloud amount from April 1978 to December 1989 were created for Asia-Pacific region bounded by 40N to 30S and 90E to 170W. This database is stored in 30 minute videotape.

The analysis of onset of summer monsoon have shown that earliest onset was in 1988 when onset was 5-day period beginning in 26 April. latest onset was 26 May 1987. The years with El-Nino (1982,83,87) were found to be the years with late onset of the monsoon. FIG. 1 shows an example of cloud amount just before onset in 1989. The cloud amount are small in Bay of Bengal north of 10N. The cloud in eastern Indochina peninsula are pre-onset thundershowers. FIG. 2 shows cloud amount at onset of monsoon. Rapid increase in cloud amount are observed at 10-15N in Bay of Bengal.

Currently, we are planning to obtain daily rainfall data for Asian monsoon region. We are continuing the analysis of the precipitation systems in this region. These analysis are: Analysis of onset of summer monsoon in Southeast Asia. Analysis and comparison between Baiu rain in Japan and rainy season in China. Analysis of Precipitation systems in tropical western Pacific using radar and GMS data.

1. 研究目的

本研究は、アジアモンスーン地域における降水量・GMS等の観測データの収集、モンスーン降水系の解析を行いアジア地域の気候変動予測技術向上を目指す。

2. 研究方法

- (1) 定常観測及びGMS・レーダー・海洋等のデータの収集を行う。
- (2) 東南アジア地域における夏のモンスーン開始に伴う 5日平均GMS上層雲量の解析。
- (3) パソコン・ビデオ等を使用した映像データベースの作成。

3. 研究成果

(1) データの収集

月降水量及び月定常観測－刊行物として1964年から1989年5月まで入手。5日平均GMS上層雲量－MTで1978－1990年7月まで入手した。

(2) モンスーン降水系の解析

東南アジア地域における夏のモンスーン開始に伴う 5日平均GMS上層雲量の解析を行つた。図1にモンスーン開始前の状態を示す。

インドシナ半島東部に雷雲があり、10N以北のベンガル湾では雲量が少ない。図2はモンスーン開始(ONSET)後でベンガル湾の10－15N付近で急速に上層雲量が増加している。1979－1989年の11年間でモンスーン開始が最も早かつたのは1988年でおそかつたのは1987年であつた。開始がおそい年はEL-NINOの年(1982、83、87)であることがわかつた。

(3) 映像データベースの作成

1978年から1989年12月までの5日平均GMS上層雲量を映像化し、ビデオテープ化した(長さ30分)。

4. 考察

これまでの調査により東南アジア地域における夏のモンスーンの開始は大きな年々変動があることが解つた。今後はその他のモンスーン地域の解析や、より時間・空間的にきめ細かい解析が必要である。このため次のような調査・解析を行いたい。

(1) データの収集

月定常観測・月降水量データの収集。モンスーン地域における毎日の降水量の収集。GMS資料やレーダー等のデータの収集を行う。

(2) モンスーン降水系の解析

東南アジア地域における夏のモンスーン開始に伴う大気循環の解析。中国の雨期・日本の梅雨の関連と比較を毎日の降水量・GMS資料・高層観測等のデータを使用して行う。レーダー・GMS資料を使用して熱帯太平洋の降水系の変動及び構造の解析を行う。

(3) 映像データベースの作成
 1990年の5日平均GMS資料や1990年6月1日-15日の
 熱帯太平洋の3時間毎のGMS赤外画像のビデオテープ化。

6・研究成果の発表

1 口頭発表

発表者名	発表題名	発表誌名等	備考
田中 実	GMS上層雲量による東南アジア地域 におけるモンスーン開始の年々変動	日本気象学会 1990年 春季大会予稿集	

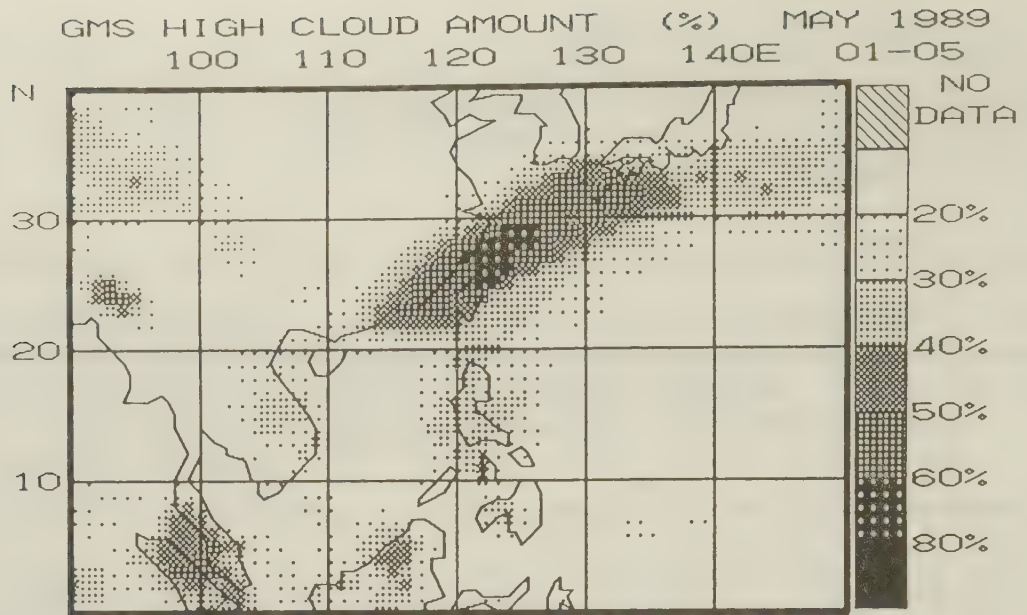


図1 1989年5月1日から5日までの5日平均GMS上層雲量。モンスーン開始（ONSET）前の状態で、インドシナ半島東部に雷雲があり、10N以北のベンガル湾では雲量が少ない。

FIG. 1 5-day mean GMS high cloud amount for 1-5 May 1989. Only few clouds exist to north of 10N in Bay of Bengal. The clouds in eastern Indochina peninsula are pre-onset thundershowers.

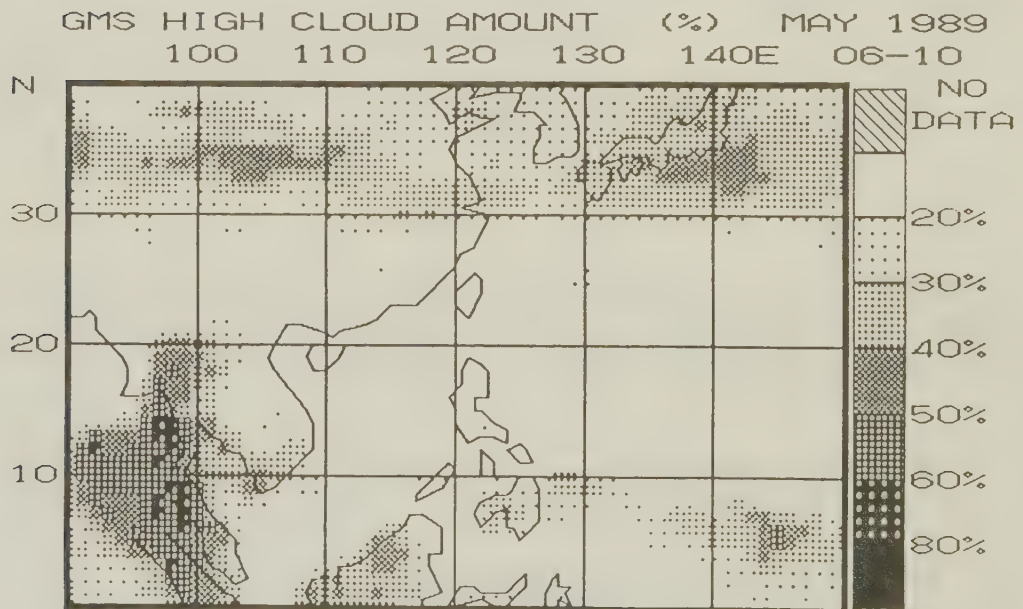


図2 1989年5月6日から10日までの上層雲量で、ベンガル湾の10-15N付近で急速に上層雲が増加し、モンスーンが開始していることがわかる。

FIG. 2 5-day mean GMS high cloud amount for 6-10 May 1989. Rapid increase in cloud amount at 10-15N in Bay of Bengal indicate the onset of summer monsoon.

II. 数値モデルによる実験研究

Development/Experiment on Numerical Models

1. 広域水収支モデルの開発に関する研究

Numerical Study on Regional Water Balance Model in Asia

科学技術庁防災科学技術研究所

幾志 新吉, 矢崎 忍, 中根 和郎, 岸井徳雄

諸星 敏一, 中尾 正義

National Research Institute for Earth

Science and Disaster Prevention,

Science and Technology Agency.

S.Kishi, S.Yazaki, K.Nakane, T.kishii

T.Morohoshi, M.Nakao

(Abstract) The numerical model of the regional water balance for assessing the variations of water resources and the water contents in the soil due to the fluctuation of Asian monsoon activity, is necessary. The general circulation model for numerical prediction of atmospheric flows includes hydrological processes on the land surface and it computes global evaporation and water contents in the soil as well as precipitation. Though, the hydrological processes in the model are too simplified and the resolution of the computation is $2'$ to $5'$ (about 4 to $25 \times 10^4 \text{ km}^2$ in the low latitude area). So, there needs the more accurate model of the regional water balance to assess the variations of regional water resources and water contents in the soil. The purpose of this study is to develop the model of the regional water balance which simulates hydrological aspects, such as runoff, water contents in the soil, storage of water in the area, water equivalent of snow and snow melt, evapotranspiration etc. in the whole area affected by Asian monsoon. The resolution of the model will be decided as a grid area with 50 to 500 km^2 . In the field of hydrology, some runoff models had been developed and used for predicting the discharge at a gaging site in a basin. They are useful for flood forecast, prediction of low water, planning of high water management and water resources etc. in a river basin. Though the models are accurate, they are not adequate to predict regional hydrological aspects. So, the regional model should be developed utilizing sub-models representing various hydrological process in the existing runoff models, especially Tank Model which was developed by Dr.Sugawara. The Tank Model have been applied to predict the river discharge in various areas, such as humid area, snow cover area, semi-arid area etc. and which was adopted by WMO. For the development of regional water balance model, the following sub-models are developed.

(1) Discharge sub-model; Which can simulate discharge and soil moisture of a grid area in a region. The sub-model needs some input data which are precipitation, evapotranspiration, water equivalent of snow and snow melt

in the grid area.

(2)Evapotranspiration sub-model; Which can simulate the evapotranspiration in the grid area. The sub-model needs some input data which are observed evaporation, vegetation, soil moisture, insolation etc.. Many of the input data will be analyzed using satellite data.

(3)Snow pack and snow melt sub-model; Which can simulate water equivalent of snow and snow melt in the grid area. The sub-model needs some input data which are maximum and minimum temperatures or mean daily temperature, humidity of the air and altitude data in the grid area.

(4)Precipitation sub-model; Which can simulate the precipitation in the grid area. The sub-model needs input data which are rain gage data and altitude data in the grid area. In the near future, the precipitation in the grid area will be analyzed from satellite data.

Through the preliminary study, the architecture of discharge sub-model has been developed, and the computer program of the sub-model is going to be made. The sub-model is composed of major two types of tank model. One is the grid runoff model, and the other is the river channel runoff model. The grid runoff model is further divided into four types according to the categorized areas which are mountainous area, hilly area, diluvial terrace and alluvial plain. These models are composed of four tanks laid vertically in series, respectively. The river channel runoff model is used for simulating the change of grid runoffs flowing into the channel. The model is also divided into two types which are mountainous river model and plain river model. The models are composed of one tank. The results of the simulation using the sub-model will be presented next year.

1. 研究目的

高温、多雨、少雨などの異常気象が増加し、世界の気温が昇温傾向にある現在¹⁾、気候変動やそれによってもたらされる水資源の変動等に対する関心が益々高まっている。この問題に対して大気大循環モデルは気温の上昇、降水量や土壌水分の変化等、様々な将来に対する予見を与えている。しかし、このモデルは大気と海洋の相互作用、雲の放射過程、地表の水文過程等の物理過程を未だ的確に表現していない面もある。また、全球を計算しているため、地表の分解能は低緯度地域において約4~25万km²であり、より地域に結び付いた計算密度であることが望まれる。そこで、本研究は広域にわたるアジアモンスーン地域を対象として、降水、積雪・融雪、蒸発散、河川流出等の水文過程を的確にモデル化し、「広域環境条件がモンスーンの循環変動に及ぼす影響」及び「モンスーンの変動が広域環境条件に与える影響」を50~500km²の計算密度で詳しく評価できる広域の水収支モデルを開発することを目的としている。

2. 研究方法

本研究で開発しようとする広域水収支モデルは降水量、気温日射量等から任意地域の土壌水分、蒸発散量、地下水量、河川流量を計算するモデルであるが、これまでの多くの水収支モデルは1つの流域を単位としてそこに含まれる水文過程をモデル化したものであった。それはある地点の流量を計算することにより、洪水及び渇水予測、

治水計画、水利用計画に役立ってきたが、任意の地域の水文量を推定するようなものではなかった。そこで、既存のモデルに見られる水文過程のモデル化手法を応用して、広域水収支モデルを開発しようとするのが本研究の方法である。特に、菅原博士の開発したタンクモデル^{21,22)}は湿潤地域、積雪地域、半乾燥地域等の流量予測に使用され、その有効性はWMOからも賞賛されているので、それを基本に広域水収支モデルを開発することとした。タンクモデルは大きく次の部分から成っていると考えられる。第1は数少ない地点降水量から標高をパラメータとした地帯域毎の降水量計算、第2は蒸発皿で観測された蒸発量からの可能蒸発散量の推定、及びこの可能蒸発散量と土壤水分に対応した蒸発散量の計算、第3は数少ない地点の最高・最低気温もしくは平均気温を利用した地帯域毎の積雪・融雪量の計算、第4は流域内の貯水量に対応した流出量及び蒸発散量によって変化する土壤水分の計算である。そこで、アジアモンスーン地域を対象に、以下に述べるような広域の降水量、蒸発散量、積雪・融雪量、河川流出量等を計算する4つのサブモデルを開発し、広域水収支のシミュレーションを行うこととした。図1に広域水収支をモデル化するための陸上水循環の概念図を示している。なお、広域水収支には数少ない地表観測データの他に衛星データから得られる地表状態も有用な情報となるので積極的に衛星データの有効利用も考慮してモデルの開発を行うこととした。

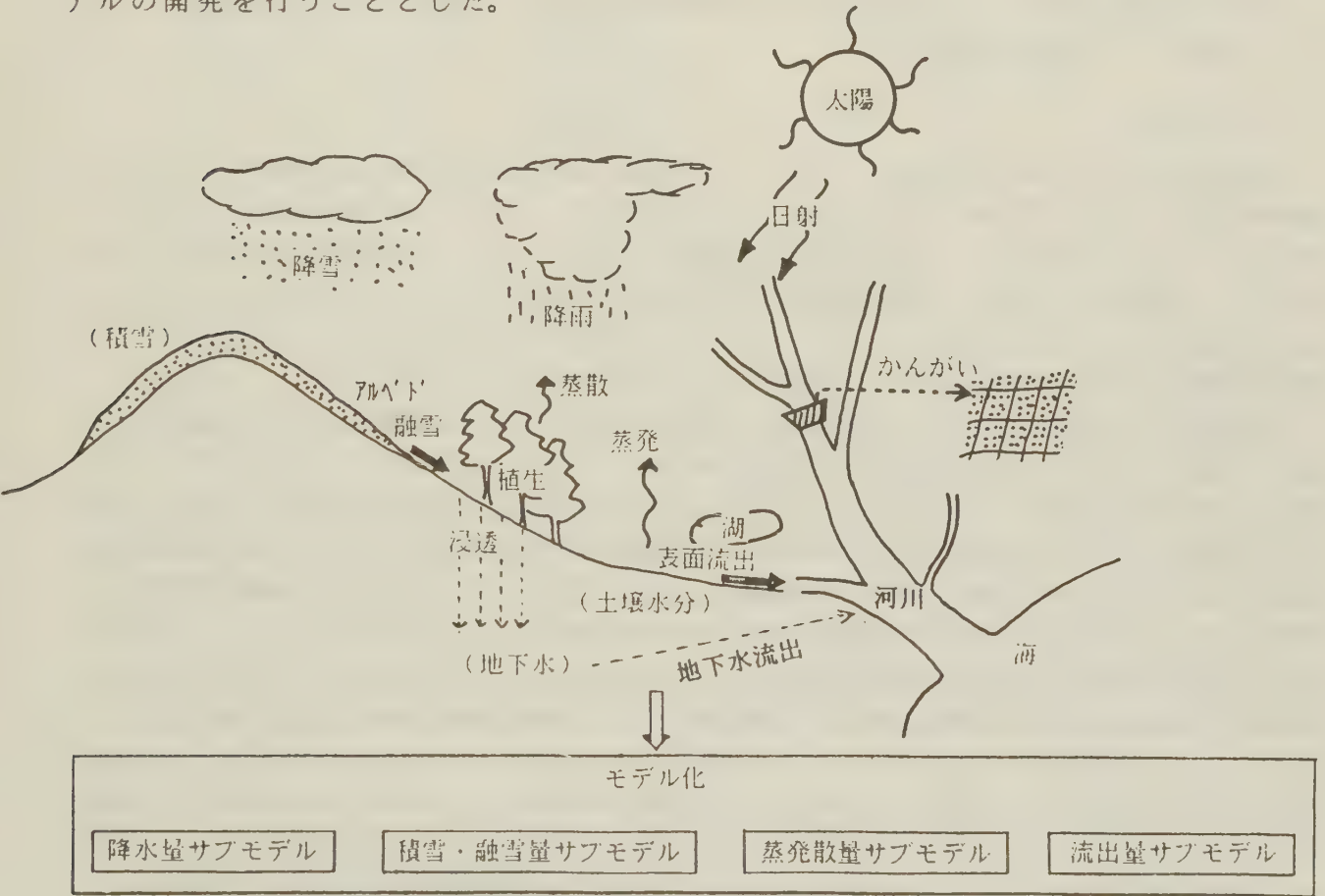


図1 陸上の水収支の概念図

Fig.1 Outline of water balance on the land surface

(1)流出量サブモデルの開発

広域の流域において、衛星データから植生・土地利用分布、土壌水分を抽出すると共に、それらと流出機構との関係を明かにし、広域の流出量を推定する手法を開発する。

(2)蒸発散量サブモデルの開発

広域の流域において、衛星データから植生分布、地表面温度、土壌水分を抽出すると共に、それらと蒸発散量との関係を明かにし、広域の蒸発散量を推定する手法を開発する。

(3)積雪・融雪量サブモデルの開発

衛星データから積雪分布、地表温度を求め、それらを用いてアジアモンスーン地域の積雪分布及び融雪水量を推定する手法を開発する。

(4)降水量サブモデルの開発を次のように行う。

- ①アジアモンスーン地域の月別降水量分布を解析すると共に、衛星データから雲の分布の季節変動を解析し、少ない地上観測雨量から広域の降水量を推定する手法の開発を行う。
- ②衛星データを用いた雲量及び雲頂高度等の解析から、広域の降水量を推定する手法の開発を行う。
- ③多量の降水量をもたらす原因となる熱帯海域からの水蒸気の移流を衛星データから解析する手法を開発する。

3. 研究成果

広域水収支モデルの開発は「モンスーン循環広域条件および雪氷変動状況に関する解析的研究」及び「地域水収支に関する解析的研究」の研究の進展に依存するところが大きく、初年度はアジア地域における気温、風向、風速、降水量等の月別水文・気象データを収集・整理し、地点雨量から面積雨量を推定する手法を検討すると共に、以下に述べるように流出量サブモデルの基本的な構成をとりまとめるに留まった。

(1)流出量サブモデルの基本的な構成

流出量サブモデルは大きく流域モデルと河川モデルに分けて構成する。流域モデルは、衛星データ、地形図を用いて解析地域を図2に示すようにメッシュに分割し、それぞれの流域を地形によって山地、丘陵地、洪積台地、沖積平野に分類した後、これらの分類に対応した4段のタンクモデルで構成する。計算は各メッシュ毎に地点観測の降水量、可能蒸発散量、積雪・融雪量を入力し、貯水量、流出量、土壌水分等について行い、ここで計算された流出量は抽出した近傍の河川へ流入させる。一方、河川モデルは河川における流出量の平滑化及び遅れ効果を計算にいれ込むために使用するモデルで1段のタンクで構成する。各河川モデルは解析地域内の主な河川を抽出し、流域メッシュに対応させたメッシュ河川網を設定した後、それぞれのメッシュ河川を山地河川、平野河川に分類して設定する。計算は各メッシュ流域からの流出量を近傍のメッシュ河川に流入させ、上流のメッシュ河川から河川モデルの計算を行い、得られた流出量を下流のメッシュ河川へ流入させる方式で最下流まで計算を繰り返す。また、河川に大規模なダムが有る場合は水の貯留及び水の再配分の計算も行うようにする。なお、当面の間は入力データとしての降水量、可能蒸発散量、積雪・融雪量は菅原のタンクモデルの計算方式を応用して、地点観測されている降水量、蒸発皿からの蒸発量、最高・最低気温または平均気温等から推定することとし、衛星データ及びそ

II. 数値モデルによる実験的研究

Theoretical/Experimental Study by Numerical Simulations of the Asian Monsoon Phenomena

2. 季節内変動とアジアモンスーンの関連に関する実験的研究

Numerical Study concerning Relationships between the Intraseasonal Oscillations in the Tropics and the Asian Monsoon Phenomena

(1) 夏のアジアモンスーン・熱帯の季節内変動の再現実験

Numerical Experiments to Simulate the Asian Summer Monsoon and the Intraseasonal Oscillations in the Tropics

気象庁気象研究所

二階堂 義信、露木 義

Meteorological Research Institute,

Japan Meteorological Agency

Y. Nikaidou, T. Tsuyuki

(Abstract) The Asian summer monsoon phenomena show conspicuous variations not only of interannual time scale but also of intraseasonal time scale like the onset-break cycles in the Indian monsoon. Some authors suggest that the intraseasonal variations of the Asian summer monsoon have close relationships to the 30-60 day oscillations of tropical disturbances by their observational studies, but the dynamical mechanism linking them together is not yet to be completely clarified in spite of the serious effect of the Asian monsoon on the society in the South Asia. Because, the Asian summer monsoon phenomena occur mainly over the Indian Ocean and the tropical western Pacific, where acquisition of meteorological data is very hard. The purposes of this study are to make clear the relationship between the Asian summer monsoon and the intraseasonal oscillations in the tropics by means of numerical experiments of global forecast models and to promote a better understanding concerning the monsoon mechanism.

This research program of 10 years is divided into two period. In the first 5 years, we will modify global forecast models in order to be suitable for the object of this experiment and perform numerical experiments to simulate the Asian summer monsoon and the 30-60 day oscillations in the tropics. We will also try to perform different experiments for fundamental understanding of the monsoon mechanisms by using a simplified global model at the same time. In the latter 5 years, we will improve the physical processes in the planetary boundary layer and hydrological processes at the ground surface of the experimental model, and we will research what effects snow cover on the Tibetan plateau and ground wetness have on the Asian summer monsoon.

In the first year of the research program, we selected a prototype of the global forecast model to be used in the numerical experiments. At first, we performed 4-month integrations by using the global spectral model T42L12, which was based on the JMA routine forecast model until February in 1988, and we found that this model simulated the Baiu and the onset of the Indian monsoon very well. The tropical disturbances on the equator showed eastward movement with the period of some 40 days (Fig.1a). We next performed a numerical experiment by using the global spectral model T63L16, which was the JMA routine forecast model until November in 1989, and we also found intraseasonal oscillations like the former on the equator. However, the tropical disturbances on the equator showed westward movements opposite to the former (Fig.1b). These experiments taught us that the intraseasonal variations of tropical disturbances are very sensitive to the cumulus parameterization of the model and more refinements of the parameterization are needed for the realistic

simulation. As JMA constructed in November 1989 the global spectral model T106L21, physical process of which were refined drastically, we decided that the model used in this study should be a global spectral model of medium resolution (T42-63) based on the T106L21.

1. 研究目的

夏のアジアモンスーンは、年々による変化が大きいばかりでなく、インドモンスーンのオンセット・ブレイクに見られるように、季節の中にも大きな変動が見られる。この変動に対して、熱帯擾乱の30～60日周期変動との関連が観測から示唆されているが、両者を結び付けるメカニズムに関しては未だ明かではない。アジアモンスーンが南アジアの社会に及ぼす影響が大きいにもかかわらず未解明な部分が多いのは、現象の発生する地域の大半がインド洋や西部熱帯太平洋上にあり観測データの取得がはなはだ困難なためである。本研究では全球の数値予報モデルを用いてアジアモンスーンの数値シミュレーションを行ない、夏のアジアモンスーンと熱帯の季節内変動の相互関係を数値実験的手法により解明してゆくことを目的とする。

2. 研究方法

10年の研究計画を前期と後期の5年ずつに分け、前期の5年間では全球の予報モデルを本研究の実験目的に合うように改造・改良を行なうとともに夏のアジアモンスーンや熱帯擾乱の30～60日周期変動の再現実験を行ない、実験結果を解析する。また同時に、メカニズムの理解がより容易な単純化された数値予報モデルを作成し、モンスーンや熱帯擾乱の季節内変動及びそれらに関連した亜熱帯高気圧の成因についての理解を深める実験を行なう。後期5年においては実験用の予報モデルの地表面・接地境界層内の物理過程や水文過程の改良を行ない、チベット高原の積雪や南アジアの植生・土壌水分が夏のアジアモンスーンにどのような影響を与えるかを研究する。

3. 研究成果

研究年度の初年度にあたる本年は、今後実験に用いるモデルの基本となるべき全球予報モデルの選定を行なった。まず、昭和63年2月まで気象庁の全球予報モデルであったT42L12を改造して夏季の4ヶ月予報実験を行なったところ、梅雨やインドモンスーンのオンセットの再現が確認された。また、赤道付近においては、約40日程度の周期をもち東進する、実際の現象に近い季節内変動も再現されていた(図1a)。さらに、T42L12を改良した、昭和63年3月から平成元年11月まで気象庁の全球予報モデルであったT63L16を用いて数値実験を行なったところ、T42L12と同様に熱帯地域での季節内変動が再現され、しかも季節内変動の予報にもある程度成功したが、赤道付近の個々の対流活動域は前者と異なり西進していることが分かった(図1b)。以上の研究から、季節内変動は積雲対流のパラメタリゼーションなどの物理過程の微妙な違いに敏感であり、再現にはモデルの改良がさらに必要であることが明らかになった。平成元年11月半ばより、気象庁では従来の全球モデルを大幅に改良した予報モデルT106L21が運用され、それを入手できたので、今後の実験に用いられるモデルのベースとなるものをT106L21とすることに決定した。

4. 考察

平成元年度の研究より、モデルにおいて海陸分布による大気加熱のコントラストがある程度もつともらしいものであれば、梅雨やモンスーン循環は比較的現実に近いものが容易に再現されることが分かった。これに対し、赤道付近の季節内変動は赤道波に伴う発散場で見えるかぎりにおいては現実に近いものが再現されているが、個々の対流活動域の動きは積雲対流による大気加熱の高度分布や境界層付近の摩擦の設定によって、一方的な東進モードや西進モードが現われて、現実の現象とは程遠い。今後の課題としては、モデルの積雲対流や境界層摩擦のパラメタリゼーションを改良するだけでなく、熱帯の30～60日周期変動の基本的な物理メカニズムの理解が必要であろう。

今後の研究の基本となるモデルT106L21は物理過程が改良されているばかりでなく分解能も大幅

に向上されている。しかし、現在の計算機的能力では稼働させることは不可能で、当分の間水平分解能をT42またはT63に低下させて用いざるを得ない。積雲対流のパラメタリゼーションなどはモデルの水平分解能によって影響されるので、このことに十分留意して研究を進める必要がある。

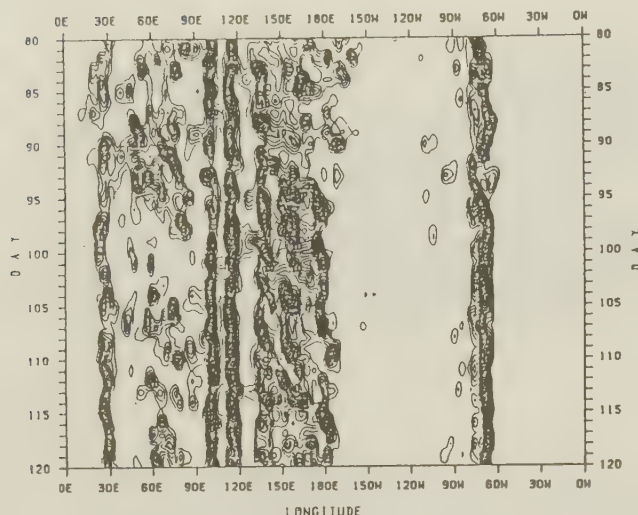


図 1 a. 全球モデルT42L12の計算による
赤道付近の降水量の時間経度断面図
Fig.1a The time-longitude section of precipitation
around the equator predicted by T42L12

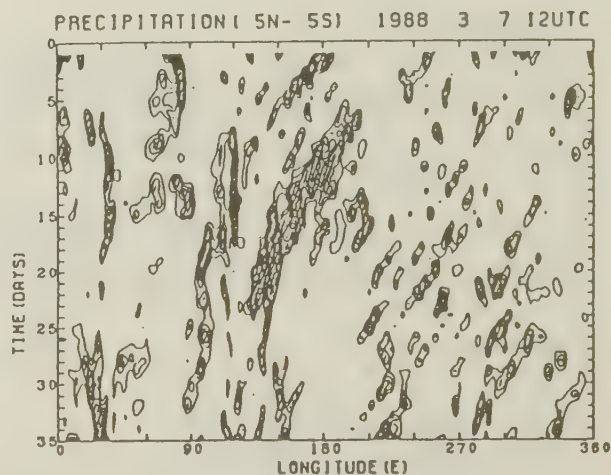


図 1 b. 全球モデルT63L16の計算による
赤道付近の降水量の時間経度断面図
Fig.1b The time-longitude section of precipitation
around the equator predicted by T63L16

5. 引用文献

なし。

6. 成果の発表

(i) 学協会誌における発表

1) 国内誌

発表者名	発表題名	発表誌名等	備考
Y.Nikaidou	"The PJ-like North-south Oscillations Found in 4-month Integrations of the Global Spectral Model T42"	J. Meteor. Soc. Japan, Vol.67, p.587-604.	

(iii) 口頭発表

発表者名	発表題名	発表学会	発表日時
露木 義、中村和信 山田真吾、前田修平	熱帯の30～60日振動の予報と 延長予報の可能性	WCRP第3回 シンポジウム	1989年9月

7. 関係国との協力

特になし。

I 1. 数値モデルによる実験研究

Development/Experiment on Numerical Models

3. 大規模モデルによる大気・海洋・陸面間の相互作用に関する実験的研究

Numerical Study on Air-Sea-Land Interactions in a Monsoon by a GCM

気象庁気象研究所

鬼頭 昭雄、野田 彰、時岡 達志

Meteorological Research Institute,

Japan Meteorological Agency

A. Kitoh, A. Noda and T. Tokioka

(Abstract) The purposes of the present study are to clarify the mechanism of air-sea-land interactions in an Asian monsoon region including the Pacific and the Indian Oceans and the Eurasian continent by performing a series of numerical experiments. For these purposes we use an atmospheric general circulation model (GCM) which includes interactive land surface processes (in the first phase of the program) and an ocean-atmosphere coupled GCM (in the second phase).

After introducing the Matthews¹⁾ surface albedo, increased surface drag due to sub-grid scale topography after Yagai and Tokioka²⁾ and some minor revisions into the Meteorological Research Institute GCM, two 20-year long integrations are started. One uses the climatological seasonally varying sea surface temperature (SST) and the other the yearly and seasonally varying observed SST. Preliminary results of the latter (Fig. 1) shows that the tropical atmospheric response to the interannual variations of the SST corresponds well with the observation. The simulated Southern Oscillation Index (SOI) shows the 2-4 year oscillations of the tropical atmosphere, although the 1982/1983 response is weaker than the observed. Interannual variations of the surface air temperature around Japan also show some resemblance with the observed. However neither of the two integrations is completed in FY1989. Both runs will be completed and be thoroughly analysed in FY1990.

1. 研究目的

アジアモンスーンは日本を始めとしたアジア諸国の気候形成に重要な寄与をしており、またその年々変動は、アジアモンスーン地域が地球規模の熱源の最大のものであることから、当該地域のみならず世界的規模の変動と関連する。さらに積雪等の陸面諸過程やインド洋・西部熱帯太平洋の海洋との相互作用の解明が必要である。そのために本研究では大気・海洋・陸面間の相互作用を表現しうる大規模モデルを用いてアジアモンスーンの維持・変動の機構について研究する。

2. 研究方法

前期5年間では、アジアモンスーンの維持・長周期変動に対する大気の内部分動や海面水温・陸面状態の変化の役割を明らかにするために、気候値及び年々変化する海面水温を与えて大気大循環モデルを長期間積分し、境界条件としての海面水温の評価を行う。第1年度及び第2年度においては気候値及び実測の海面水温を与えてそれぞれ20年間積分する計画であり、実測の海面水温を与えるランにおいては1969年9月から1990年2月までの20.5年間の40Sから60Nの各年各月の月平均海面水温を日別値に内挿して境界条件とする。さらに前期においては海面水温の感度実験や陸面過程等の感度実験を行う。後期の5年間においては大気海洋結合モデルを導入し、アジアモンスーンの維持及びその変動に対するインド洋や熱帯太平洋等の海洋との相互作用、チベット高原を含むユーラシア大陸上の積雪等の陸面諸過程と大気・海洋の相互作用の機構の解明を目指す。

3. 研究成果

これまでの気象研究所大気大循環モデルに修正を加えたバージョンを長期積分用モデルとした。このモデルを使って気候値の海面水温を与えて4年間積分した。この解析の結果、長期積分に不都合はないことが分かった。次に1969年9月からの年々変動する海面水温を与えるランを開始した。気候値及び年々変動する海面水温を与えるラン共に第1年度は途中までしか積分は終わっておらず、積分終了は第2年度へ持ち越された。

実測の海面水温を与えたランの途中までの予備的解析結果の一例を図1に示す。これは上から、冬季三ヶ月平均の赤道上160Wでの海面水温、南方振動指数の観測値及びモデルによる計算値、日本付近の地上気温の計算値と観測値のそれぞれの平年からの偏差である。南方振動指数で見た熱帯の大気の応答はモデルによってよく再現されているようである。北半球中緯度については大気内部の変動度が大きいいため熱帯ほどの再現性は期待できないが、ある程度の長周期成分がとらえられているようである。詳細な解析は次年度に20年間の積分が終了次第行う。

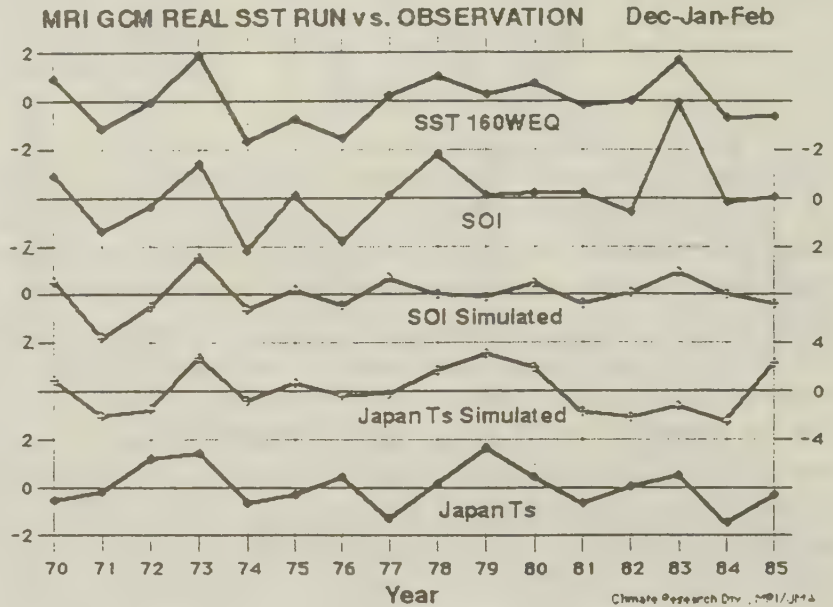


図1. 冬季三ヶ月平均の赤道上160Wでの海面水温、南方振動指数(SOI)の観測値、同計算値、日本付近の地上気温偏差の計算値と観測値。

Fig.1 December-January-February mean SST anomaly at 160W, 0N, observed Southern Oscillation index (SOI), simulated SOI, simulated surface temperature anomaly around Japan and the observed one from 1970/71 to 85/86.

4. 考察

実測の海面水温を与えたランにおいては予備的解析の結果熱帯域の大気の応答は観測をよく再現していると考えられるが、計画の1990年2月までの積分を早急に終了させ、特に熱帯大気の応答についての観測事実との詳細な比較検討が必要である。また北半球中緯度大気についてもその変動度・主要変動パターンの解析を含めた観測との比較検討を行う必要がある。さらに第2年度では、第1年度に4年間の積分を行った気候値の海面水温を与えたランの20年間積分を終え、年々変動する海面水温の評価を二つのランの比較検討により行う。

5. 参考文献

- 1) E. Matthews: J. Clim. Appl. Meteor., 22, 474 (1983)
- 2) I. Yagai and T. Tokioka: Special Volume of J. Meteor. Soc. Japan, 409 (1987)

6. 成果の発表
① 口頭発表

発表者名	発表題名	発表場所	発表日	備考
鬼頭昭雄	海面水温変動に対する大気の 応答に関する実験	平成元年度全国長期 予報技術検討会	1990年 2月22日	

7. 関係国との協力
なし

Ⅲ．観測・解析研究ディレクトリー

Directory of
Observation/Analysis Data Set

1. Directory Entry Title :	Indian Ocean BT (Raw) Data by FSFRL From JEXAM Programme
2. Directory Entry Start and Stop Date	Start Date : 1989-04-01 Stop Date : 1990-03-31
3. Sensor Name	CBT > Compact Bathythermograph, XBT > Expendable Bathythermograph
4. Source Name	SOP > Ships of Opportunity
5. Investigator, Technical Contact, and Author	(1) Investigator Last name : First name : Email : Phone : Address : (2) Technical Contact Last name : First name : Email : Phone : Address : (3) Author Last name : Mizuno First name : Keisuke Email : none Phone : 0543-34-0715 Address : National Institute of Far Seas Fisheries 5-7-1 Orido, Shimizu, 424 Japan
6. Data Center	(1) Data Center Name : JODC > Japan Oceanographic Data Center (2) Dataset ID : (3) Data Center Contact Last name : First name : Email : Phone : 03-541-3811 Address : Hydrographic Department, Maritime Safety Agency 5-3-1, Tsukiji, Chuo-ku, Tokyo 104
7. Originating Center	
8. Campaign or Project	

9. Storage Medium
10. Parameter Measured Hydrologic Parameters > Temperature
11. Discipline Keywords Earth Science > Ocean
12. Coverage Minimum Latitude : 40S Maximum Latitude : 20N Minimum Longitude : 40E Maximum Longitude : 120W
13. Location Keywords Ondian Ocean
14. General Keywords Asia Monsoon
15. Revision Date 1990-04-01
16. Science Review Date 1990-04-01
17. Future Review Date 1991-04-01
18. References Annual Report of Japanese Experiment on Asian Monsoon (April 1989- March 1990), Research and Development Bureau Science and Technology Agency Japan, 1990.
19. Summary JEXAM (Japanese Experiment on Asian Monsoon) programme started in 1989 supported by Sciency and Technology Agency. National Institute of Far Seas Fisheries participated in the programme, and started to deploy a new observation network of subsurface temperature in the Indian Ocean by voluntary ships using compact-BT and XBT. Maximum depth depends on a ship but mostly 400-500m. Each 10m temperature is reported in a individual observation. And all the data are input in a data base in standard depths form. Location, time, and teperature data are quality controled, and duplicated data are removed.

1.Directory Entry Title: JEXAM Drifting Buoy Data in tropical Indian Ocean
2.Directory Entry Start and Stop Data Start Date: 1990-02- Stop Date :
3.Sensor Name SURFACE DRIFTER WITH SST SENSOR
4.Source Name ARGOS
5.Investigator,Technical Contact,and Auther (1)Investigator Last Name : Ishii First Name : Haruo Email : Telemaile > [T.MORI/OMNET] Phone : Tokyo 03-541-3811 , Facsimile 03-545-2885 Address : 3-1,Tsukiji 5-Chome, Chuo-ku, Tokyo, JAPAN, 104 (2)Technical Contact Last Name : First Name : Email : Phone : Address : (3)Author Last Name : First Name : Email : Phone : Address :
6.Data Center (1)Data Center Name: JODC > Japan Oceanographic Data Center (2)Dataset ID: (3)Data Center Contact Last Name : Yamada First Name : Osamu Email :Telemaile > [T.MORI/OMNET] Phone :Tokyo 03-541-3811 , Facsimile 03-545-2885 Address :3-1,Tsukiji 5-Chome, Chuo-ku, Tokyo, JAPAN, 104
7.Originating Center
8.Campaign or Project Project : JEXAM > Japanese Experiment on Asian Monsoon

9.Storage Medium : 1 magnetic tapes , 1 M bytes	
10.Parameter Measured	Location Data
11.Discipline Keywords Earth Science > Tropical Indian Ocean > oceanic current	
12.Coverage Minimum Latitude : 5 S Maximum Latitude : 10 N Minimum Longitude: 65 E Maximum Longitude: 100 E	
13.Location Keywords Indian Ocean > Tropical region	
14.General Keywords	Heat transport
15.Revision Data	1990-10-01
16.Science Review Data	
17.Future Review Data	1991-03-15
18.References	
19.Summary	

1.Directory Entry Title XBT observation between Malacca Strait and Cape of Good Hope
2.Directory Entry Start and Stop Date Start Date: 1990-02-25 Stop Date :
3.Sensor Name XBT>Expendable Bathythermograph
4.Source Name >C.R. Pointe-Noire
5.Investigater, Technical Contact, and Author (1) Investigator Last name : Amino First Name : Masaaki Email : Phone : 03-212-8341 Ext.403 Address : Oceanographic Division Marine Department, Japan Meteorological Agency 1-3-4, Otemachi, Chiyoda-ku Tokyo, 100 JAPAN Last name : Donguy First Name : J. Email : Phone : 98-22-40-40 Address : Centre ORSTOM de Brest IFREMER - B.P.70 29263 Plouzane FRANCE (2) Technical Contact Last name : Yoshida First Name : Takashi Email : Phone : 03-212-8341 Ext.403 Address : Oceanographic Division Marine Department, Japan Meteorological Agency 1-3-4, Otemachi, Chiyoda-ku Tokyo, 100 JAPAN
6.Data Center (1) Data Center Name: (2) Dataset ID: (3) Data Center Contact Last name : First Name : Email : Phone : Address :

7.Originating Center
8.Campaign or Project Campaign: TOGA<Tropical Oceans and Global Atmosphere Campaign: WOCE<World Ocean Circulation Experiment
9.Storage Medium magnetic disks
10.Parameter Measured Ocean Dynamics>Temperature
11.Discipline Keywords Earth Science>Ocean
12.Coverage Minimum Latitude : 28S Maximum Latitude : 5N Minimum Longitude: 40E Maximum Longitude: 94E
13.Location Keywords Indian Ocean
14.General Keywords
15.Revision Date
16.Science Review Date
17.Future Review Date
18.References
19.Summary Japan Meterological Agency and ORSTOM are operating a voluntary ship for XBT observations cooperatively. The ship, C.R. Pointe-Noire is equipped with a XBT launcher by ORSTOM, and JMA provides XBT probes. About 8 transects per year will be observed.

1. Directory Entry Title :	I N S A T Digital Image Data
2. Directory Entry Start and Stop Date	Start Date : 1985-08-01 Stop Date : 1986-07-31
3. Sensor Name	V H R R > Very High Resolution Radiometer
4. Source Name	I N S A T 2 B
5. Investigator, Technical Contact, and Author	(1) Investigator Last Name : Murakami First Name : Masato Email : [M.MURAKAMI/MRI] ATI/JAPAN Phone : (81)298-51-7111 Address : M.R.I.,1-1 Nagamine, Tsukuba-shi, Ibaraki 305, Japan (2) Technical Contact Last Name : First Name : Email : Phone : Address : (3) Author Last Name : First Name : Email : Phone : Address :
6. Data Center	(1) Data Center Name : M R I > Meteorological Research Institute (2) Dataset ID : (3) Data Center Contact Last Name : First Name : Email : Phone : Address :
7. Originating Center	
8. Campaign or Project	J E X A M > Japanese Experiment on Asian Monsoon

9. Storage Medium
10 C C T's, 1 G Bytes
10. Parameter Measured
Visible Brightness at 06 GMT
11. Discipline Keywords
Earth Science
12. Coverage
Minimum Latitude : 50° S
Maximum Latitude : 50° N
Minimum Longitude : 20° E
Maximum Longitude : 130° E
13. Location Keywords
Indian Ocean, Asia
14. General Keywords
15. Revision Data
16. Scince Review Date
17. Future Review Date
18. References
19. Summary

1. Directory Entry Title :	G A C A V H R R from N O A A
2. Directory Entry Start and Stop Date	Start Date : 1986-06-01 Stop Date : 1986-06-30
3. Sensor Name	A V H R R >Advanced Very High Resolution Radiometer
4. Source Name	N O A A - 9
5. Investigator, Technical Contact, and Author	(1) Investigator Last Name : Inoue First Name : Toshiro Email : Phone : (81)298-51-7111 Address : M.R.I.,1-1 Nagamine, Tsukuba-shi, Ibaraki 305, Japan (2) Technical Contact Last Name : First Name : Email : Phone : Address : (3) Author Last Name : First Name : Email : Phone : Address :
6. Data Center	(1) Data Center Name : M R I >Meteorological Research Institute (2) Dataset ID : (3) Data Center Contact Last Name : First Name : Email : Phone : Address :
7. Originating Center	
8. Campaign or Project	J E X A M >Japanese Experiment on Asian Monsoon

9. Storage Medium	14 magnetic tapes, 1.4 G Bytes
10. Parameter Measured	Radiance
11. Discipline Keywords	Earth Science
12. Coverage	Minimum Latitude : 40° S Maximun Latitude : 40° N Minimum Longitude : 40° E Maximum Longitude : 140° E
13. Location Keywords	Indian Ocean, South Asia
14. General Keywords	
15. Revision Data	
16. Scince Review Date	
17. Future Review Date	
18. References	
19. Summary	This dataset contains five channels data in visible and infrared region from AVHRR on board NOAA-9.

1. Directory Entry Title :	Gridded Brightness Temperature from NOAA-9 AVHRR
2. Directory Entry Start and Stop Date	Start Date : 1986-06-01 Stop Date : 1986-06-30
3. Sensor Name	AVHRR > Advanced Very High Resolution Radiometer
4. Source Name	NOAA-9
5. Investigator, Technical Contact, and Author	(1) Investigator Last Name : Inoue First Name : Toshiro Email : Phone : (81)298-51-7111 Address : M.R.I., 1-1 Nagamine, Tsukuba-shi, Ibaraki 305, Japan (2) Technical Contact Last Name : Inoue First Name : Toshiro Email : Phone : (81)298-51-7111 Address : M.R.I., 1-1 Nagamine, Tsukuba-shi, Ibaraki 305, Japan (3) Author Last Name : First Name : Email : Phone : Address :
6. Data Center	(1) Data Center Name : MRI > Meteorological Research Institute (2) Dataset ID : (3) Data Center Contact Last Name : First Name : Email : Phone : Address :
7. Originating Center	
8. Campaign or Project	JEXAM > Japanese Experiment on Asian Monsoon

9. Storage Medium	1 magnetic tapes, 100 M Bytes
10. Parameter Measured	Brightness Temperature
11. Discipline Keywords	Earth Science
12. Coverage	Minimum Latitude : 40° S Maximum Latitude : 40° N Minimum Longitude : 40° E Maximum Longitude : 140° E
13. Location Keywords	Indian Ocean, South Asia
14. General Keywords	
15. Revision Data	
16. Scince Review Date	
17. Future Review Date	
18. References	
19. Summary	This dataset contains brightness temperature of split window data and satellite zenith angle from AVHRR on board NOAA-9. These Data are available at 0.1° latitude / longitude grid.

1. Directory Entry Title :	Visual Images of 5-day Mean GMS Cloud Amount
2. Directory Entry Start and Stop Date	Start Date : 1978-04-01 Stop Date : 1989-12-31
3. Sensor Name	
4. Source Name	GMS > Geostationary Meteorological Satellite
5. Investigator, Technical Contact, and Author	(1) Investigator Last Name : Tanaka First Name : Minoru Email : Phone : 0298-51-7111 Address : M.R.I., 1-1 Nagamine, Tsukuba-shi, Ibaraki 305, Japan (2) Technical Contact Last Name : First Name : Email : Phone : Address : (3) Author Last Name : First Name : Email : Phone : Address :
6. Data Center	(1) Data Center Name : M R I > Meteorological Research Institute (2) Dataset ID : (3) Data Center Contact Last Name : First Name : Email : Phone : Address :
7. Originating Center	
8. Campaign or Project	

9. Storage Medium	1 Video Tape (30 minutes, NTSC format)
10. Parameter Measured	Atmospheric Dynamics > Cloud types
11. Discipline Keywords	Earth Science > Atmosphere
12. Coverage	Minimum Latitude : 30° S Maximum Latitude : 40° N Minimum Longitude : 90° E Maximum Longitude : 170° W
13. Location Keywords	Asia, Pacific Ocean, Australia
14. General Keywords	Cloud amount
15. Revision Data	1990-03-01
16. Science Review Date	1990-03-01
17. Future Review Date	
18. References	
19. Summary	Visual database of 5-day mean high cloud amount from April 1978 to December 1989 were created for Asia-Pacific region bounded by 40N to 30S and 90E to 170W. This database is stored in a 30 minutes NTSC format video tape.

全般の問い合わせ先

〒100 東京都千代田区霞ヶ関2-2-1

科学技術庁研究開発局
総合研究課
地球科学技術推進室

Inquiries to:

Office of Earth Science & Technology,
Research and Development Bureau,
Science and Technology Agency,
2-2-1, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100
Japan